

3
6
7469
36739
C-L
ACADÉMIE DES SCIENCES
DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

(ČESKÁ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA JOSEFA I.)

BULLETIN INTERNATIONAL.

RÉSUMÉS DES TRAVAUX PRÉSENTÉS.



CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, NATURELLES ET DE LA MÉDECINE.

XIII^e ANNÉE.

(1908.)

PRAGUE.

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

1909.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BOHÊME A ÉTÉ FONDÉE EN 1890.
PAR S. M. L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

PROTECTEUR DE L'ACADÉMIE
S. A. I. R. L'ARCHIDUC FRANÇOIS FERDINAND D'ESTE.

VICE PROTECTEUR

(VACAT.)

PRÉSIDENT:

S. E. ANTOINE CHEVALIER RANDA.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL:

M. BOHUSLAV RAYMAN.

PRÉSIDENT DE LA CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES:
M. CHARLES VRBA.



506,437
C423

ACADÉMIE DES SCIENCES
DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.
(ČESKÁ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA JOSEFA I.)

BULLETIN INTERNATIONAL.

RÉSUMÉS DES TRAVAUX PRÉSENTÉS.

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES, NATURELLES ET DE LA MÉDECINE.

XIII^e ANNÉE.

(1908.)



PRAGUE.

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'EMPEREUR FRANÇOIS JOSEPH I.

1909.

BUREAU OF STANDARDS,

JUN 22 1916

Accession

5695

CANCELED.

By Transfer

Bureau of Standards

JAN 25 1932

TISKEM ALOISA WIESNERA V PRAZE,
KNIHTISKAŘE ČESKÉ AKADEMIE CÍSAŘE FRANTIŠKA JOSEFA
PRO VĚDY, SLOVESNOST A UMĚNÍ.

TABLE DES AUTEURS.

	Pag.
K. <i>Holub</i> : Beitrag zur Kenntniss der Bande Dd_{17} des mittelböhmischen Untersilurs	1
B. <i>Ježek</i> : Über Hamlinit von Brasilien	9
B. <i>Ježek</i> : Über Braunit von Minas Geraes	15
Vojtěch <i>Rosický</i> : Kristallographische Notizen	21
Ingenieur Adolf <i>Šubrt</i> : Neues technisches Instrument zur Messung der Induktionskoeffiziente	51
Dr. Stanislav <i>Tobiášek</i> : Hallux varus congenitus. Phalanx vara con- genita. Klinodaktylia. Ossa intermetatarsalia Gruber	57
B. <i>Ježek</i> : Beitrag zur Kenntniss des Whewellit	72
Dr. Jaroslav <i>Peklo</i> : Die epiphytischen Mykorrhizen nach neuen Untersuchungen	87
Dr. Karl <i>Domin</i> : Morphologische und phylogenetische Studien über die Familie der Umbelliferen. I. Teil	108
Dr. Fr. <i>Slavík</i> : Whewellit von Schlan	154
Josef Jan <i>Frič</i> et Fr. <i>Nušl</i> : Photographie de la comète 1907 d (Daniel)	163
Fr. <i>Nušl</i> et Josef Jan <i>Frič</i> : Première étude sur les anomalies de réfraction	166

Beitrag zur Kenntnis der Bande *Dd₁₇* des mittelböhmischen Untersilurs.

Von

Karel Holub.

(Mit einer Tafel.)

Vorgelegt am 7. Februar 1908.

Die aus dem Bande *Dd₁₇* stammenden Fossilien wurden teils in den bekannten kiesligen Knollen (sog. Rokycaner Kugeln), teils in den dunkelgrauen oder auch lichtbraunen Schiefern gefunden, in denen jene Knollen an gewissen Stellen eingebettet sind. Die Fundorte der Knollen sind z. B. *Wosek bei Rokycan*, *Mauth-Holoubkau*, *Sirá-Cekow*, *Scharka bei Prag*, *Libusch-Neuhof*, *Ouwal* u. a.¹⁾ In den Schiefern wurden die Fossilien bisher bei *St. Benigna*,²⁾ *Prag*,³⁾ *Lhotka*,⁴⁾ *Eipowitz*⁵⁾ u. *Klabava*⁶⁾ entdeckt. Durch fortgesetztes Sammeln gelang es mir die Zahl der aus den letzten zwei Lokalitäten zitierten Arten bedeutend zu vermehren, u. zw. aus Eipowitz kenne ich schon 45 und von Klabava 48 Arten. Verzeichnis der neu darin konstatierten Arten befindet sich im böhmischen Original dieser Arbeit (Rozpravy České Akademie, Jgg. XVII., Nr. 10).

Dazu tritt jetzt ein neuer vom Autor im J. 1907 entdeckter Fundort bei *Stein-Aujezd* (südöstl. von Rokycan), wo ich dieselben Fossilien, welche in den Quarzkonkretionen der Bande *Dd₁₇* vorkommen, auch in den

¹⁾ J. Barrande Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1857. p. 355. — Weitere Angaben siehe in den Arbeiten von Krejčí, Vála und Helmhacker (Archiv f. naturw. Landesdurchfor. Böhmens Bd. II. 2 c., Bd. IV. 2., Bd. V. 5., und in Katzers „Geologie von Böhmen.“

²⁾ A. Fritsch, Sitzber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1861. II. p. 51.

³⁾ F. Počta, Ibidem 1892. p. 476.

⁴⁾ J. Perner, „Vesmír“ 1902/3. Jgg. XXXII.; J. Želízko. Verh. d. geol. Reichsanst. 1903.

⁵⁾ J. Želízko, Verh. d. geol. Reichsanst. 1902.

⁶⁾ Iserle, Sitzungsber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1903.

schwarzen, harten Schieferen gefunden habe. — Alle Fossilien von diesem Fundorte zeichnen sich durch schöne Erhaltung aus. Merkwürdig ist bei diesem Fundort die häufige Erscheinung kleiner Knollen, deren Substanz völlig in Pyrit verwandelt wird. Auch diese Pyritknollen umfassen die organischen Reste. Man hat hier bisher 35 Arten gefunden. — In dem mir vorliegenden Materiale konnte ich einige neue Fakta feststellen, welche teils die Verbreitung einzelner schon bekannter Formen betreffen, teils eine Ergänzung resp. Berichtigung ihrer Beschreibung bieten. Ausserdem habe ich 3 ganz neue Arten in dem erwähnten Materiale konstatiert, wovon eine ganz neue Gattung bildet.

1. Bisher wurden aus *Dd₁γ* 7 Arten der Gattung *Agnostus* Brongn. beschrieben. Diese Zahl muß um eine neue Art — *Agnostus Fritschi* Hol. — vermehrt werden.

***Agnostus Fritschi* Holub.**

(Taf. I., Fig. 1 *ab.*)

Der Kopf ist rechteckförmig, länger als breit. Die Oberfläche ziemlich gewölbt, Glabella länglich, ziemlich gewölbt, gegen den Innenrand (Thoraxrand) hin etwas an Breite zunehmend. Die Länge gleicht etwa $\frac{3}{4}$ der Totallänge des Kopfes, die Breite an der Basis beträgt etwa $\frac{1}{2}$ der Totalbreite des Innenrandes. An der Oberfläche sieht man 3 deutliche Quersfurchen, welche die Glabella in 4 deutliche, hinter einander liegende Querlappen theilen. Der erste Lappen ist rechteckförmig, der zweite zerfällt eigentlich in 2 dreieckige Felder, die in der Mitte zusammenfließen, was durch den unterbrochenen Verlauf der zweiten Quersfurchen bedingt ist. Die Form des dritten Querlobus, der etwas größer ist als der erstere, gleicht einem Viereck, dessen Diagonale in die Medianlinie der Glabella fällt. Der letzte Querlobus ist wieder in 2 dreieckige, aber isolierte Partien zerteilt und neigt sich plötzlich schräg gegen Thoraxrand des Kopfes.

Von der Glabella durch deutliche Dorsalfurchen abgetrennte hufeisenförmige Zone ist gegen die hintere Wangenfurche allmählich geengt. Diese Zone ist von den beiden Seiten mit einer schräg zum Innenrande auslaufenden Furche geschmückt; diese aber reicht nur bis in $\frac{1}{3}$ der Breite dieser Zone. Der einfache, flache Randsaum umfaßt die hufeisenförmige Zone in gleichmäßiger Breite, und wird von jener durch eine deutliche, nicht tiefe Furche abgegrenzt. Diese Furche vertieft sich plötzlich an den Hinterecken und geht in ziemlich tiefe hintere Wangenfurche über.

Pygidium ist, was die allgemeine Form betrifft, dem Kopfe ähnlich. Vorderecken schräg abgestutzt, der Hinterrand gerundet. Axenlobus durch deutliche Dorsalfurchen abgetrennt, fast bis an die Hälfte der Totallänge des Pygidium reichend, genug gewölbt. An der Oberfläche 2 deutliche Quersfurchen, von denen die erste in der Mitte unterbrochen.

Dadurch wird die Axe in 3 deutliche Lappen geteilt. Der hintere, rechteckförmige Lappen ist ebenso groß wie die beiden vorderen zusammen. Der vorderste Lappen ist der kleinste und zerfällt in 2 fast dreieckige Partien, die in der Mitte zusammenfließen. Der mittlere Lappen, etwas größer als der erstere, ist in der Medianlinie mit einem länglichen Höcker versehen. Die hufeisenförmige Zone am Hinterende ist bedeutend breiter als an den beiden Seiten.

Der einfache, flache Randsaum des Pygidium ist etwas breiter, als jener des Kopfes; am Hinterende ist er etwas ausgebreitet und läuft in kurze Spitze aus. Von der hufeisenförmigen Zone ist er durch deutliche, aber nicht tiefe Furche getrennt. Diese Furche geht wieder an den Innenecken des Pygidium in ziemlich tiefe Furche über, welche die Innenecke von den Seitenloben trennt. Die Gelenkfurche ist sehr tief und breit.

Rumpfsegmente sind 2 vorhanden; der Axenring des ersten gleicht demselben bei *Agnostus tardus* (Etage Dd_5); bei dem zweiten Rumpfsegmente zerfällt er in drei Lappen, von denen der mittlere der kleinste ist und an Breite gegen Innenrand des Pygidiums zunimmt.

Pleuren sind fast um $\frac{1}{3}$ der Totallänge der Axenringe kürzer. Pleurfurche des ersten Segments ist seicht und verhältnismäßig breit und aufwärts gerichtet; bei dem zweiten ist sie tief und schmal und beugt sich gegen das Pygidium.

Größe des ganzen Individuum fast 9.5 mm, Breite fast 3.5 mm.

Vorkommen: Sehr selten in den Quarzkonkretionen bei Wossek.

Vergleich: Von den 7 bisher von $Dd_1\gamma$ beschriebenen Arten (*Agnostus bohemicus* Barr., *caducus* Barr., *Dusli* Nov, *fortis* Nov, *perrugatus* Barr., *similaris* Barr. und *Tullbergi* Nov.) nähert sich der Kopf der neuen Art am meisten dem vom O. Novák beschriebenen *A. fortis*. Dieser kann aber nach der abweichenden hufeisenförmigen Zone leicht erkannt werden. Pygidium ähnelt am meisten dem vom Autor als zu *Agnostus caducus* gehörend beschriebenen Pygidium; die Lappen an der Axe sind aber anders geformt.

2. *Agnostus caducus* Barr.

Horizontalverbreitung: Die Art wurde bisher von *St. Benigna* bekannt. Autor hat sie aber auch in einer Quarzkonkretion bei *Wossek* entdeckt.

3. *Agnostus perrugatus* Barr.

Horizontalverbreitung: Die Art wurde bisher nur von *St. Benigna* bekannt. In der letzten Zeit wurde sie auch im *Scharkatale bei Prag* entdeckt. Autor hat sie auch bei *Eipovitz* (west. b. *Rokycan*) gefunden.

4. *Aeglina princeps* Barr.

Horizontalverbreitung: Die Art wurde bisher nur von *St. Benigna* bekannt. Außerdem wurde sie bei *Lhotka* und auch im *Scharkatale bei Prag* gefunden. Autor hat diese Art auch bei Eipovitz und in der neuesten Zeit auch in einer *Quarzkonkretion bei Wossek* entdeckt.

5. *Bumastus avus* Hol.

Bisher kennt man nur ein einziges, aber sehr charakteristisches Pygidium. Es ist groß, halbkreisförmig. Die glatte Oberfläche ist nur mäßig gewölbt, auffällig breit; die Dorsalfurchen nur am Innenrande des Pygidiums schwach angedeutet. Die Axe gleicht etwa $\frac{1}{2}$ der Totallänge desselben. Die Furche, welche die Seitenloben vom Innenrande trennt, ist auch hier, obzwar nur sehr schwach angedeutet. Hinterende des Pygidium neigt sich plötzlich zu dem Außenrande und bildet so einen gewissen ziemlich breiten Saum ringsum das ganze Pygidium.

Größe: Länge circa 40 mm, Breite circa 52 mm.

Vorkommen: Ein einziges Pygid. aus der Quarzkonkretion von Wossek.

Vergleichen: Von Böhmen wurden bisher nur 2 Arten der Gattung *Bumastus* beschrieben, beide (*B. Bouchardi* Barr. sp. und *B. ? tardus* Barr. sp.) aus dem Obersilur (Etage *Ee₂*). J. V. Želízko führt in seiner „*Fauna von Scharka*“ 1907⁷⁾ aus *Dd₁* *Bumastus* nov. sp. (aus Sammlung Schück) vor. Leider ist dieses Exemplar nur sehr schlecht erhalten. Man kann nicht sagen, ob es eine und dieselbe Art ist, wie die vorliegende, oder ob es sich um 2 verschiedene Arten handelt. Letzteres scheint wahrscheinlich zu sein.

6. *Bathycheilus* (n. g.) *perplexus* Barr. sp.

1872 J. Barrande. Syst. Silur. Boh. Vol. I. Suppl. Pl. 13.

Als „*Dalmanites perplexus*“ hatte Barrande ein Bruchstück beschrieben. Dem Bruchstück fehlt der ganze Kopf und der größere Teil des Pygidium. In der Sammlung des Vaters des Autors dieser Arbeit befindet sich ein Bruchstück derselben Art mit dem gut erhaltenen Kopfe, sowie auch 2 ganze Pygidien (isoliert). Nach der Form des Kopfes sowohl auch des Pygidium ist es unmöglich diese Art zur Gattung *Dalmanites* Emmer. zu stellen. Die ganze Form dieses Trilobiten zeichnet sich durch solche Merkmale, daß ich es für nötig halte, für diese Art neue, selbständige Gattung zu errichten, wofür ich den Namen *Bathycheilus* vorschlage.

⁷⁾ J. V. Želízko: „*Fauna von Scharka b. Prag*“ Verh. d. k. k. geol. R. A. Wien 1907.

Der Kopf. Fast rechteckförmig. Länge: Breite $> 1:2$. Der Außenrand durch einen rinnenförmig vertieften, ziemlich breiten, in mäßigem, länglichem Bogen ausgespannten Saum umgeben. Die Ende des Saumes laufen gerade neben dem Rumpfe bis zum Pygidium — soweit es bisher betrachtet werden konnte.

Glabelle ist in ihrer äußeren Form derjenigen von *Calymmene Arago* Rou. (= *Synhomalonotus* Pomp.) ähnlich, am Vorderende aber viel mehr geengt, so daß ihre Breite am Vorderende fast $\frac{1}{2}$ jener am Innenrande des Kopfes gleicht. An der hoch gewölbten Oberfläche sieht man 2 Paare der Querfurchen, von denen der vordere nur sehr kurz und nur sehr schwach angedeutet wird. Die hinteren, geraden und schräg gegen den Nackenring laufenden Furchen, die fast in $\frac{1}{2}$ Länge der Glabella entstehen, sind ziemlich tief und breit, indem sie bis an $\frac{1}{4}$ Totalbreite der Glabella reichen. So entsteht an der Glabella ein größerer Hinterlappen, fast dreieckig, dessen Länge etwa $\frac{1}{3}$ der Totallänge der Glabella beträgt.

Nackenfurche ist nur an den beiden Seiten der Glabella tief und scharf eingepreßt und reicht, indem sie gegen die hintere Querfurche der Glabella emporsteigt, ähnlich wie diese nur an $\frac{1}{4}$ der Glabellabreite. Fortsetzen der Nackenfurche ist in der Mitte fast unmerkbar. Der Nackenring war in der Mitte ein wenig ausgebreitet. Der Präfrontalraum ist sehr kurz und bildet über dem engen Hinterende der Glabella ein dachförmiges Schildchen. Die Randfurche fehlt am vorliegenden Bruchstücke.

Die Wangen, deren größte Breite fast jener der Glabella gleicht, sind auffällig hoch gewölbt und fallen sehr steil gegen den äußeren vertieften Randsaum des Kopfes. Feste Wangen, etwas größere als die freien, nähern sich mit mäßiger Neigung zum Vorderende der Glabella; am Hinterende entfernen sich aber von dieser, so daß die ziemlich tiefen Dorsalfurchen gegen den hinteren Glabellarlappen einen ziemlich breiten Sinus bilden. (Einen ähnlichen Sinus, obzwar nur schwach angedeutet, kann man am Vorderrande der Wangen bei mehreren Arten der Gattungen *Harpes* und *Harpina* sehen.) Die Facialsuture fängt am Außenrande des Kopfes (von der Medianlinie der Glabella ziemlich entfernt) an und nähert sich in einem gegen den Außenrand des Kopfes gewendeten Bogen zum Gipfel des erwähnten Sinus. An dieser Stelle liegen auch die Augen. An unserem Bruchstücke ist nur ein fast kreisförmiger Wulst erhalten; nach seiner Form merkt man, daß die Augen sehr groß und fast kreisförmig waren und daß sie vielleicht bedeutend über die Wangenfläche hervorragten. Den Endverlauf der Facialsutur kann man nicht gut sehen, weil der Kopf eben an dieser Stelle beschädigt wird. Es scheint aber, daß die Facialsutur in einen recht scharfen Winkel, in den der Kopf an den beiden Seiten des Innenrandes auslief, endete. Die Schale der Oberfläche ist nicht erhalten, war aber gewiß wie die übrigen Elemente, wenigstens teilweise, mit höchst feinen sporadischen Körnchen geschmückt.

Pygidium ist dreieckig, breiter als lang. Länge : Breite = 3 : 4. Die Axe ist lang, am Innenrande hoch gewölbt, am Hinterende die Wölbung bedeutend schwächer. Die Breite der Axe am Innenrande des *Pygidium* ist etwas kleiner, als $\frac{1}{3}$ Totalbreite desselben. Gegen das Ende verschmälert sich die Axe bedeutend (bis an $\frac{1}{2}$ der Breite am Innenrande); auf dieser Stelle breitet sie sich aus und neigt sich plötzlich schräg gegen den Außenrand. So entsteht eine emporragende dreieckige Endigung der Axe, an welcher man etwa 12 feine Ringe bemerken kann. Von der Axe durch schwache Dorsalfurchen abgetrennte Seitenlappen neigen sich gegen den Außenrand und sind mit etwa 10 feinen, bogenförmigen Furchen geschmückt. Wie die Axenringe sowohl auch die Seitenfurchen waren mit höchst feinen sporadischen Körnchen geziert.

Pleuren wurden schon vom *Barrande* (Vol. I. Suppl.) beschrieben. Ihre Zahl kann man nicht genau bestimmen, weil bisher kein ganzes Exemplar dieser höchst seltenen Art vorliegt. Diese Zahl war aber gewiß größer als 11. Hypostome unbekannt.

Diese Beschreibung zeigt deutlich, daß es sich hier um eine selbständige Form handelt.

Neu gegründete Gattung *Bathycheilus Holub* würde also durch folgende Merkmale charakterisiert:

1. Rinnenförmig vertiefter Saum ringsum den Kopf und den ganzen Rumpf.
2. Auffällig hohe Wölbung aller Elemente.
3. Der Verlauf der Facialsutur.
4. Sehr große Augen, knapp beim Innenrande des Kopfes gelagert, die — wie es scheint — bedeutend über die Wangenfläche hervorragen.
5. In der Mitte unterbrochene Nackenfurche, die aber an den beiden Seiten der Glabella sehr tief und ziemlich breit ist.
6. Die Zahl der Rumpfsegmente größer als 11. Pleuren durch einfache, scharfe Furche an die Gattung *Dalmania Emms.* erinnernd.
7. Pyg. mit sehr schmaler Axe; Länge : Breite = 3 : 4; es ist durch ungewöhnliche Gliederung der Axe und der Seitenloben gekennzeichnet. (12 Axenringe, 10 Seitenfurchen.)

Die Gattung hat eine große Wichtigkeit für die Phyllogenie, indem sie die Kennzeichen der kambrischen Familie *Conocephalitidae* und silur-devonischen Familie *Calymmenidae* verbindet; dazu ist sie auch ein seltenes Dokument für die Konvergenz bei den Trilobiten, weil sie einen analogisch wie bei der devonischen Gattung *Odontochile Corda* gebildeten Saum hat.

7. *Dalmania atava* Barr. var. *microphthalma* Nov.

Horizontalverbreitung: Die Varietät beschrieb O. Novák vom *Scharkatale* bei Prag; Autor hat sie aber auch in einer Quarzkonkretion bei Wossek gefunden.

8. *Dalmania oriens* Barr.

Die Art wurde bisher von *St. Benigna* beschrieben. Außerdem wurde sie in letzter Zeit auch bei *Eipovitz* und auch im *Scharkatale* entdeckt. Autor fand dieselbe Art in einer Konkretion bei *Mauth*.

9. *Illaeus Katzeri* Barr.

Die für die Bande *Dd₁* so typische Art wurde bisher als blind anerkannt. Dem Autor liegt aber ein großes Material von derselben Art vor, welches deutlich zeigt, daß ein jedes Individuum schöne facettierte, obzwar kleine Augen hatte. Die Augen werden aber knapp am Ende der freien Wangen gelegt, und weil diese am meisten abgebrochen werden, oder — wenn sie schon erhalten werden — sind sie undeutlich, so können wir leicht begreifen, daß man früher die Augen nicht bemerkt hatte. Vielleicht besaßen auch die verwandten Formen (z. B. *I. parabolinus* Nov. oder *I. Scharkaënsis* Nov.) ähnliche Augen, jedoch bisher konnte es nicht konstatiert werden. Die Facialsutur konnte demnach auch bei dieser Art als Hauptsutur erklärt werden, wie es z. B. bei gleichzeitiger Art *I. advena* Barr. der Fall ist.

10. *Lichas avus* Barr.

1872. *L. avus* Barr. Syst. Silur. Boh. Vol. I. Supplt.

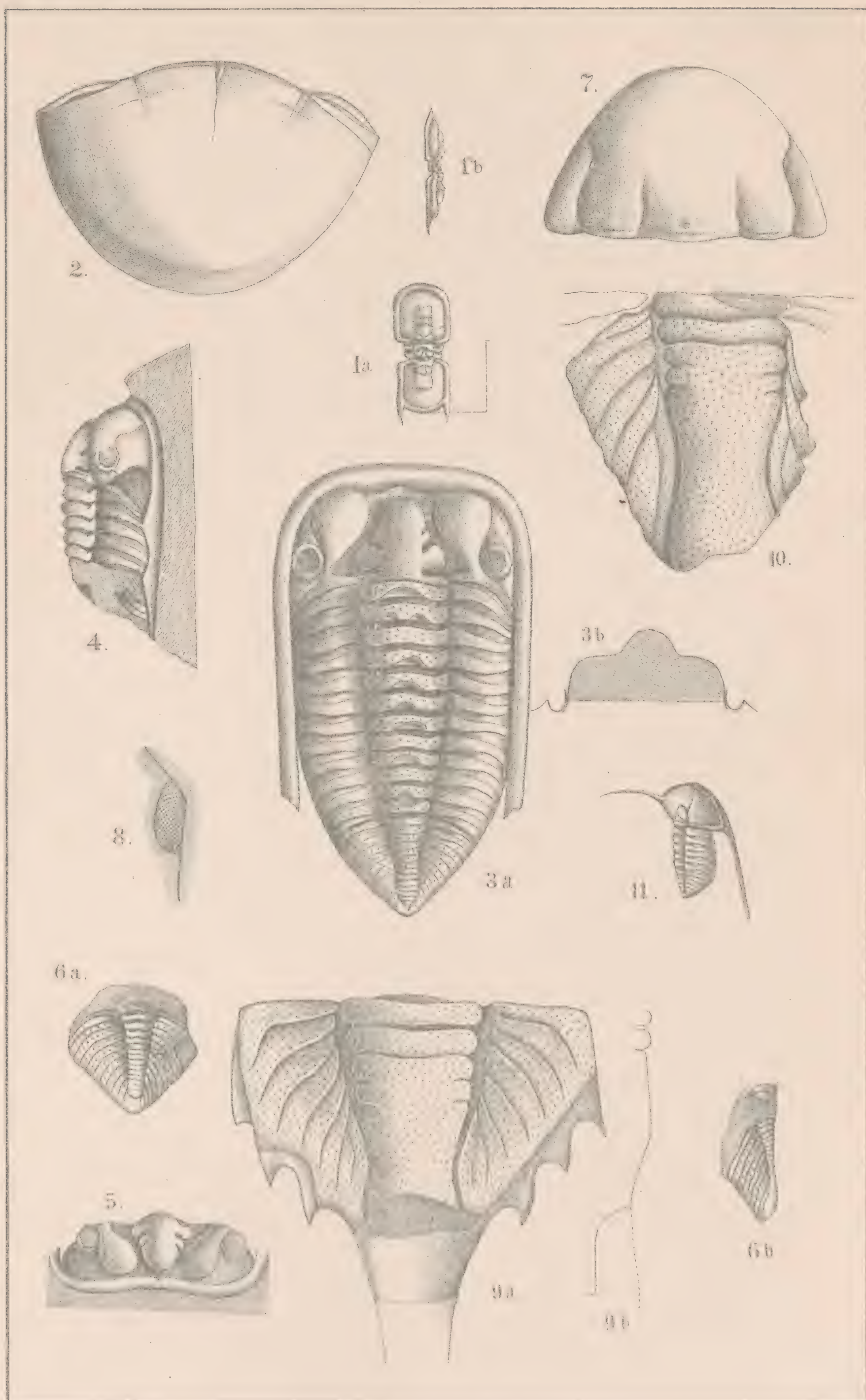
Barrande bildet l. c. Taf. V. Sig. 23. und Taf. X. fig. 17. zwei Pygidien ab, die er mit den großen, daselbst abgebildeten Köpfen zusammenstellt. Beide Pygidien sind aber nur gewöhnliche Pygidien der gleichzeitigen kleineren Art *Lichas incola* Barr. Echtes Pygidium von *L. avus* Barr. unterscheidet sich bedeutend von den beiden abgebildeten Pygidien teils durch seine Größe, die völlig mit der Größe der bisher bekannten Köpfe dieser Art stimmt, teils auch durch seine Form. — Seine Axe ist hoch gewölbt, verbreitet sich am Hinterende, gleich darauf verschmälert sich wieder und endet mit einem mächtigen, ovalen Dorne, dessen Länge fast der Breite des Pygidium gleicht. Die Breite der Axe gleicht am Innenrande des Pygidium fast $\frac{1}{3}$ Totalbreite desselben, während sie bei *L. incola* kaum $\frac{1}{4}$ dieser Breite beträgt. An der Axe sehen wir bei *L. incola*

2 Querfurchen, von denen nur die vordere die ganze Axe durchdringt; bei *L. avus* kann man aber 4 Querfurchen gewahren, von denen die zwei vorderen sich über die ganze Axe fortsetzen. Die Seitenloben des Pygidium von *L. avus* zeigen uns 7 mehr oder wenig bogenförmige, starke Furchen, die zu den drei gespitzten Zipfeln, in welche die Seitenloben an den beiden Seiten auslaufen, gerichtet sind. (Bei *L. incola* sieht man nur 4 solche Furchen und auch nur 2 Zipfeln. Pygidium endet dabei mit einem weispaltig geteilten Zipfel.) Die Oberfläche des Pygidium ist wie bei dem Kopfe mit dichten, groben Körnchen bedeckt. — Pleuren sind im Ganzen denen bei *L. incola* ähnlich.

Größe des Pygidium: Länge fast 50 *mm*, Breite fast 60 *mm*. Vorkommen: Sehr selten in den Quarzkonkretionen bei Wossek und im Scharkatale bei Prag.

11. *Trinucleus Reussi* Barr.

Man wußte schon früher, daß die Art eben so wie z. B. irgend einer *Ampyx* (z. B. *A. Roualti* Barr.) mit einem Glabellardorne bewaffnet war, aber die Form dieses Dornes blieb bisher unbekannt. Dem Autor liegen einige Exemplare vor, die uns zeigen, daß dieser Dorn oval, bogenförmig gebeugt und sehr lang (bis 12—13 *mm*) war. (Etwas Ähnliches wurde bei einem anderem *Trinucleus*, und zwar *T. ornatus* Sternb. sp. bemerkt, obwohl dort der Dorn kürzer ist, und in der Mitte des Nackenringes liegt.)



Über Hamlinit von Brasilien.

Von

B. Ježek in Prag.

(Mit 2 Textabbild.)

Vorgelegt am 24. Jänner 1908.

Der Hamlinit ist im J. 1890¹⁾ von Penfield und Hidden von der Herderitfundstätte Stoneham, Maine, als ein neues Mineral beschrieben worden. Die sehr kleinen ditrigonal skalenoëdrischen, ziemlich unvollkommenen Kristalle waren von den Formen c (0001), r (1011) und f (0221) begrenzt.

Aus

$$f(2201) : f_1(0221) = 108^\circ 2'$$

ist das Axenverhältnis

$$a : c = 1 : 1.135$$

berechnet worden.

Das vorhandene Material war für eine quantitative Analyse nicht ausreichend, qualitativ wurde P, Al, F²⁾ und H₂O nachgewiesen.

In größerer Menge ist der Hamlinit im J. 1897 in Oxford County entdeckt und von Penfield³⁾ genauer untersucht, analysiert und die Formel:

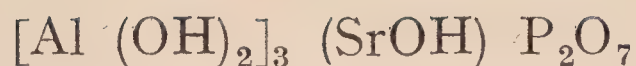


¹⁾ W. E. Hidden and S. L. Penfield, On Hamlinite, a new rhombohedral Mineral from the Herderite locality at Stoneham Me., Americ. journ. of science 39, p. 511—513. 1890. Ref. Neues Jahrb. f. Min. 1893, 2, p. 28; Zeitschr. f. Kryst. 20, p. 415.

²⁾ Fluor ist später nicht nachgewiesen worden.

³⁾ S. L. Penfield, Über die chemische Zusammensetzung des Hamlinits und sein Vorkommen mit Bertrandit in Oxford County, Maine, Zeitschr. f. Kryst., 28, p. 588—591.

oder



abgeleitet worden.

Das Sr ist teilweise durch Ba, und OH durch F ersetzt.

Im J. 1903 hat E. Hussak⁴⁾ im Cascalho von Serra de Congonhas in Diamantina Hamlinit in verhältnismäßig großer Menge zusammen mit titanhaltigen Mineralien gefunden. Außer den schon bekannten Formen hat derselbe ein stumpferes Rhomboeder, dessen Neigung zu c (0001) mit $30^\circ 15'$ gemessen worden ist, sichergestellt.

Nach einer von Florence ausgeführten Analyse ist F und Ba in diesem Hamlinit nicht vorhanden, es sind aber *ca* 2% Alkalien nachgewiesen worden.

Zu diesen amerikanischen Fundstätten gesellt sich seit 1905 auch eine europäische; R. H. Solly⁵⁾ hat ein neues ditrigonal skalenoedrisches Mineral von Lengenbach im Binnental entdeckt und unter dem Namen Bowmanit beschrieben. Das Axenverhältnis hat Solly zu:

$$a : c = 1 : 1.1847$$

berechnet.

Schon in einem Referate über die Arbeit Solly's führt Bowman⁶⁾ an, daß es sich um Hamlinit handelt und beschreibt ihn später ausführlicher.⁷⁾ Die Kristalle des binnentaler Hamlinits sind pleochroitisch und meist optisch anomal, indem sie eine Zusammensetzung aus 6 zwei-axigen Sektoren zeigen.

* * *

Herr Hofrat Prof. Dr. K. Vrbá hat eine größere Anzahl schöner brasilianischer Hamlinitkristalle erworben und überließ mir dieses Material zur Untersuchung. Hiefür sowie für das Interesse an dieser Arbeit erlaube ich mir meinem hochverehrten Lehrer bestens zu danken.

Der untersuchte Hamlinit stammt aus der Umgebung von Diamantina in Brasilien, höchstwahrscheinlich aus dem diamantführenden Sande von Serra de Congonhas. Dieser Sand besteht nach Hussak hauptsächlich aus Quarzkörnern, Rutil und titanhaltigen Mineralien und aus Hamlinit, der in ziemlich großer Menge vorhanden ist. In 1 Liter Sand fand Hussak bis 30 g Hamlinit. Ich habe das mir zur Verfügung stehende Material deshalb einer genaueren Untersuchung unterworfen, weil es zum

⁴⁾ E. Hussak, Über Hamlinit aus diamantführenden Sanden von der Serra de Congonhas bei Diamantina, Minas, Brasilien. Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseums, Wien, 19, 1904, p. 85—95.

⁵⁾ Min. Mag., 1905, 14, 72—82.

⁶⁾ Zeitschr. f. Kryst., 43, p. 606.

⁷⁾ H. L. Bowman, On Hamlinite from the Binnenthal, Switzerland. Min. Mag., 1907, 14, p. 389—393.

Studium der kristallographischen und optischen Eigenschaften viel geeigneter war als dasjenige von Penfield und Hussak, die ja ihre Messungen nur als angenäherte bezeichnen.

Die Kristalle dieses Hamlinit waren farblos, weißlich, gelblich, die meisten rosarot gefärbt und durchsichtig oder wenigstens durchscheinend, nur einige trüb bis undurchsichtig. An einigen hafteten kleine Quarzkörner, an einem ein in der Richtung der c -Axe größerer Quarzkristall als der Hamlinit, auf welchem er saß.

Die Gegenwart des Sr und Abwesenheit des Ba haben die Herren Prof. Dr. B. Brauner und Privatdozent Dr. B. Kužma spektroskopisch nachgewiesen. Herr Dr. Kužma hat auch auf SO_3 ⁸⁾ jedoch mit negativem Erfolge geprüft. Beiden Herren sage ich für ihre Unterstützung besten Dank. Al_2O_3 , SrO und P_2O_5 habe ich nach gewöhnlichen Methoden nachgewiesen.

Von über 100 mehr weniger guten Kristallen habe ich 20 ausgesucht und folgende Formen beobachtet:

$$c (0001) \ 0R, \ r (10\bar{1}1) \ R, \ f (02\bar{2}1) \text{---} 2R \text{ und } n (40\bar{4}1) \ 4R.$$

Das Rhomboeder $n (40\bar{4}1) \ 4R$ ist für den Hamlinit neu.

Die Kristalle waren entweder tafelförmig nach $c (0001)$, oder rhomboedrisch durch Vorwalten von $r (10\bar{1}1)$ und $f (02\bar{2}1)$. Die Basis bildet Trigone, deren Kanten bis 3 mm messen. Die beobachteten Kombinationen sind r/c oder nur rf ; ein Kristall wies nur das würfelähnliche Grundrhomboeder r auf. An einem Kristalle war das neue steile Rhomboeder $n (40\bar{4}1) \ 4R$ durch eine schmale, ein sehr gutes Signal reflektierende Fläche vertreten.

Die meisten Flächen gaben zum Unterschied von Penfields und Hussaks Material sehr gute, einige sogar vorzügliche Reflexe.

Weil die Signale der r - und f -Flächen die besten waren, habe ich zur Berechnung des Axenverhältnisses 12 Messungen des Winkels $r : f$ verwendet, welche eine Differenz um höchstens 1' zeigten.

Aus

$$r (10\bar{1}1) : f (02\bar{2}1) = 56^\circ 14' \text{ folgt } a : c = 1 : 1.18504.$$

Penfield hat aus

$$f (02\bar{2}1) : f_1 (20\bar{2}1) = 108^\circ 2', \ a : c = 1 : 1.135$$

abgeleitet.

⁸⁾ Wegen naher Verwandtschaft mit Svanbergit.

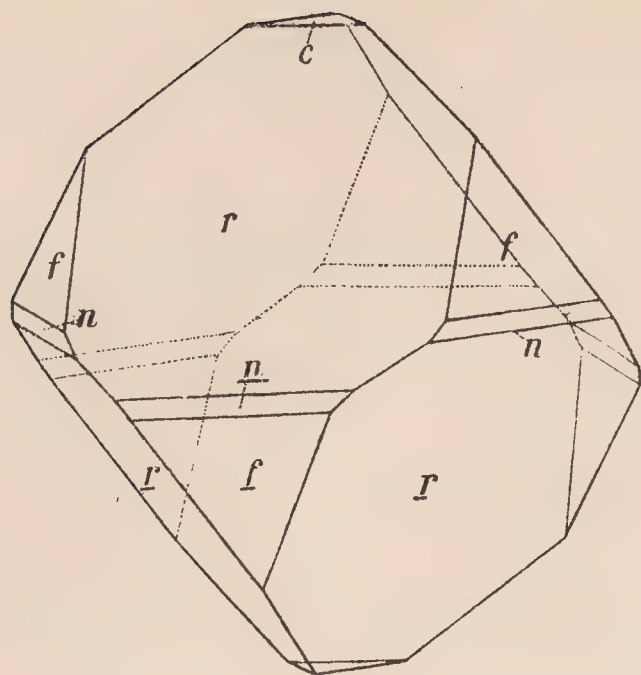


Fig. 1.

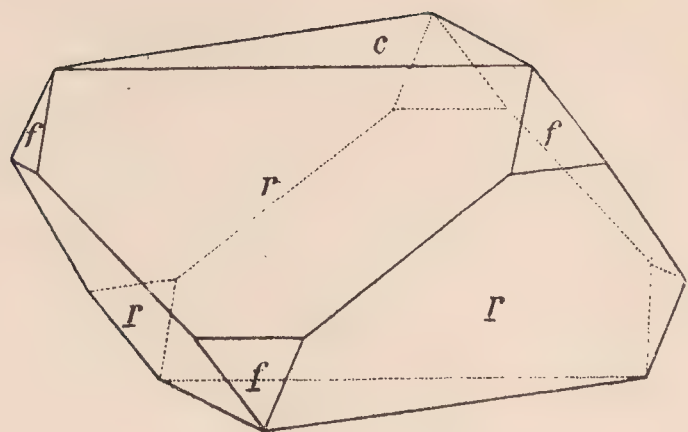


Fig. 2.

In der folgenden Übersicht führe ich die aus meinem und Penfields Axenverhältnisse berechneten und die von Penfield, Hussak und mir gemessenen Winkel an.⁹⁾

	Berechnet aus $c = 1.185 :$	Gemessen Ježek :	Berechnet aus $c = 1.135 :$	Gemessen Penfield u. Hidden :	Gemessen Hussak :
$c (0001) : r (10\bar{1}1)$	$53^{\circ}50\frac{1}{3}'$	$53^{\circ}47'$	$52^{\circ}46'$	beiläufig 55°	$53^{\circ}43'$
$: f (02\bar{2}1)$	$69^{\circ}55\frac{2}{3}'$	$69^{\circ}56'$	$69^{\circ}7\frac{1}{2}'$	$69^{\circ}15' - 70^{\circ}30'$	$69^{\circ}58'$
$: n (40\bar{4}1)$	$79^{\circ}38\frac{3}{4}'$	$79^{\circ}51\frac{1}{2}'$	$79^{\circ}12'$	—	—
$r (10\bar{1}1) : r^1(\bar{1}101)$	$88^{\circ}43'$	$88^{\circ}47'$	$87^{\circ}2'$	$88^{\circ}41'$	$88^{\circ}37'$
$: r (01\bar{1}1)$	$91^{\circ}17'$	$91^{\circ}15\frac{1}{2}'$	$92^{\circ}58'$	—	—
$: f (02\bar{2}1)$	$54^{\circ}26'$	$54^{\circ}25'$	$54^{\circ}1'$	$53^{\circ}35' - 54^{\circ}47'$	—
$: f (20\bar{2}1)$	—	$*56^{\circ}14'$	$58^{\circ}12\frac{1}{2}'$	—	$56^{\circ}18'$
$f (0221) : f_1(\bar{2}021)$	$108^{\circ}52'$	$108^{\circ}50'$	$*108^{\circ}2'$	$108^{\circ}2' - 109^{\circ}11'$	—
$: f (20\bar{2}1)$	$71^{\circ}8'$	$71^{\circ}7'$	$71^{\circ}58'$	—	—

Man sieht, daß meine und Hussaks Messungen viel besser mit den aus dem neuen Axenverhältnisse berechneten Werten übereinstimmen als mit jenen aus Penfields c -Axe.

Die Basis ist oft mit dreieckigen Erhabenheiten bedeckt, die r - und f -Flächen sehr oft in der Richtung der Kombinationskante $c : r$ gerieft. Auf den Basisflächen einiger Kristalle habe ich dreieckige Ätzfiguren, welche der Symmetrie der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse entsprechen,

⁹⁾ Am binnentaler Hamlinite hat Solly gemessen $c : r = 53^{\circ} 50'$, $r : r = 88^{\circ} 43\frac{1}{2}'$ und Bowman $c : r = 53^{\circ} 44' - 55^{\circ} 49'$.

beobachtet. Diese natürlichen Ätzfiguren waren besonders an einem Kristall sehr scharf und sehr tief; künstliche Ätzfiguren hervorzubringen ist mir nicht gelungen.

Die Dichte wurde mittels des Pyknometers wiederholt bestimmt und ergab Grenzwerte 3·201—3·262. Die farblosen und gelblichen Kristalle haben $G = 3·201$, die rosaroten durchsichtigen $G = 3·260$ und die rosa-roten und weißen trüben bis undurchsichtigen $G = 3·262$. Die Härte beträgt etwa 4·5—5, näher an 5.

Der brasilianische Hamlinit ist optisch einaxig, positiv und zeigt keine optischen Anomalien wie jener vom Binnental. Mit dem Abbeschen Refraktometer von Zeiss sind die Brechungsindices für Na-Licht¹⁰⁾ die folgenden:

$$\omega = 1·62945$$

$$\varepsilon = 1·63870$$

$$\omega - \varepsilon = 0·00925.$$

Die Doppelbrechung ist also schwach, was mit den Angaben von Penfield und Hussak übereinstimmt. Einen merklichen Pleochroismus habe ich nicht beobachtet.

Prior¹¹⁾ hält den Hamlinit für ein Glied einer natürlichen Gruppe: Hamlinit, Svanbergit, Plumbogummit, Beudantit und Florencit.

Alle diese Minerale (außer dem Plumbogummit, dessen Kristallform unbekannt ist) sind ditrigonal-skalenoedrisch mit einem sehr ähnlichen Axenverhältnisse, wenn man für den Hamlinit das von mir berechnete annimmt.

Die chemische Zusammensetzung dieser Mineralien wird durch folgende Formeln ausgedrückt:

Hamlinit	$(\text{Sr OH})_2 \cdot [\text{Al (OH)}_2]_6 \cdot (\text{P}_2 \text{O}_7)_2$,
Florencit	$\text{Ce}_2 \cdot [\text{Al (OH)}_2]_6 \cdot (\text{PO}_4)_4$,
Svanbergit	$\text{Sr}_2 \cdot [\text{Al (OH)}_2]_6 \cdot (\text{PO}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$,
Beudantit	$\text{Pb}_2 \cdot [\text{Al (OH)}_2]_6 \cdot (\text{PO}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$.

Die kristallographische Ähnlichkeit der einzelnen Glieder dieser Gruppe ist aus folgender Übersicht ersichtlich:

¹⁰⁾ Als Mittel einigemal wiederholter Messungen aus dem Winkel der Totalreflexion $59^\circ 33\frac{1}{2}'$ für den ordentlichen und $60^\circ 7'$ für den außerordentlichen Strahl. Die Halbkugel des Refraktometers hat $n_D = 1·89$ und das verwendete Monobromnaphtalin $n_D = 1·653$.

¹¹⁾ G. T. Prior, Hamlinit, Florencite, Plumbogummite, Beudantite and Svanbergite as members of a natural group of minerals. Min. Mag., 12, p. 249—254. Ref. Zeitschr. f. Kryst., 36, p. 166; Neues Jahrb. 1901, 1, p. 360.

Axenverhältnis: $r : r$ $f : f$ $c : r$				
Hamilit	1·1850	88° 43'	108° 52'	53° 47',
Florencit	1·1901	88° 56'	108° 56½'	53° 57',
Svanbergit	1·2063	89° 25'	109° 12'	54° 19½,
Beudantit	1·1842	88° 42'	108° 51'	53° 49'.

In einer späteren Arbeit ¹²⁾ über die Beziehungen zwischen dem Molekularvolumen und der chemischen Zusammensetzung kristallographisch ähnlicher Mineralien ergänzt Prior die genannte Mineralgruppe durch die Gruppe der ditrigonal-skalenoedrischen Sulphate Alunit-Jarosit.

¹²⁾ G. T. Prior, Note on a connexion between the molecular volume and chemical composition of some crystallographically similar minerals. Min. Mag. 13, p. 217—223. Refer. Neues Jahrb. 1904, 1., p. 4.

Über Braunit von Minas Geraes.

Von

B. Ježek in Prag.

(Mit einer Tafel.)

Vorgelegt am 7. Feber 1908.

Herr Hütteninspektor H. K r e t s c h m e r in Witkowitz, Mähren, hat an Herrn Hofrat Prof. Dr. K. V r b a einige Handstücke von Manganerzen, welche aus Minas Geraes, höchstwahrscheinlich aus dem Distrikte von Miguel Burnier stammen, eingesandt.

Ein Stück zeigte eine Druse zahlreicher, stark glänzender, stahlgrauer oktaëderähnlicher Kristalle, welche mir Herr Hofrat zur Untersuchung überließ. Hiefür sowie für das Interesse an meiner Arbeit erlaube ich mir Herrn Hofrat Prof. Dr. K. V r b a hier bestens zu danken.

Die goniometrische Untersuchung, Bestimmung der Dichte und Härte sowie eine qualitative Analyse erwies die Kristalle als Braunit.

Dieser Arbeit habe ich das für den Braunit von Långban von F l i n k*) aus

$$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^{\circ} 19'$$

berechnete Axenverhältnis

$$a : c = 1 : 0.9922$$

zu Grunde gelegt.

Die Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel ist zufriedenstellend und für schon bekannte Formen aus folgender Übersicht ersichtlich:

*) G. F l i n k. Meddel. fr. Stockholms Högskola Nro. 66., Bihang till Svenska Vetensk. Akad. Handl. 1887, 13, II, Nro. 7., p. 1—94, u. 1890, 16, II, Nro. 4, p. 1—23. Refer. Zeitschr. f. Kryst. XV, p. 87 u. XX, p. 368, Neues Jahrb. 1895, II, p. 232

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
ϕ (111) : $\bar{\phi}$ ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	70° 12'	70° 19'	14
: ϕ (111)	70° 57'	70° 57' 10''	10
: h (423)	15° 12'	15° 11' 13''	10
: z (421)	28° 27'	28° 33' 36''	12
m (110) : h (423)	38° 15'	38° 12' 41''	2
: z (421)	22° 15½'	22° 15' 37''	2

Alle Kristalle waren klein — die größten ca 2 mm — durch Vorwalten der Grundpyramide ϕ (111) pyramidal ausgebildet. Zwillinge sind nicht beobachtet worden.

Es wurden 12 Kristalle gemessen und 12 Formen nachgewiesen, von denen 6 mit einem Sternchen bezeichneten für den Braunit neu sind:

$$\begin{aligned}
 &c (001) \ 0 P, \ a (100) \ \infty P \ \infty, \ m (110) \ \infty P, \ \phi (111) P, \\
 &*q (506) \ 5/6 P \ \infty, \ *r (601) \ 6 P \ \infty, \ *u (643) \ 2 P \ 3/2, \\
 &h (423) \ 4/3 P \ 2, \ z (421) \ 4 P \ 2, \ *v (321) \ 3/2 P \ 3, \\
 &*w (311) \ 3 P \ 3, \ *y (713) \ 7/3 P \ 7.
 \end{aligned}$$

Bei der Signatur habe ich Haidingers P für die Grundpyramide (111) in ϕ , und o für die Basis (001) in c umgeändert, wie dies schon in Danas Mineralogie geschehen ist. Weiter habe ich in der beigefügten Tabelle noch Flinks s für (645) in σ umgeändert, weil schon Haidinger mit s die Pyramide (221) bezeichnet hat.

Bekannte Formen.

Die *Grundpyramide* ϕ (111) P war an allen Kristallen durch große, den pyramidalen Typus bedingende, meist vorzüglich reflektierende Flächen vertreten. Der gemessene Polkantenwinkel weicht stets mehr von dem berechneten ab, als der Randkantenwinkel.

Das *Prisma* m (110) ∞P war an 9 Kristallen entwickelt. Seine Flächen waren schmal aber vollkommen, so daß sie stets vorzügliche Signalbilder lieferten.

Die *Basis* c (001) $o P$ war fast an allen Kristallen entwickelt, ihre Flächen jedoch meist klein und immer gerundet und uneben, so daß sie entweder kein oder ein sehr unvollkommenes Signal reflektiert haben.

Das *Deutero-prisma* a (100) $\infty P \infty$ ist nur an dem flächenreichsten Kristall als zwei schmale, gute, die Randkanten der neuen Deuteropyramide r (601) $6 P \infty$ abstumpfende Flächen ausgebildet.

Von bekannten *ditetragonalen Pyramiden* waren zwei, und zwar h (423) $4/3 P \ 2$ und z (421) $4 P \ 2$ vorhanden, h (423) an 10, z (421) an 6 Kristallen, beide oft ziemlich ausgedehnt, gewöhnlich sehr gut reflektierend. Die gemessenen Werte stimmen mit den berechneten sehr gut überein.

Neue Formen.

Von *Deuteroipyramiden* fand ich zwei neue: $q(506) \frac{5}{6} P_{\infty}$ und $r(601) 6 P_{\infty}$, beide durch zahlreiche Flächen an 8 Kristallen vertreten.

Die Flächen $q(506) \frac{5}{6} P_{\infty}$ waren schmal, meist gerundet und unvollkommen, immer nur an Kristallen mit entwickelter Basis. Der Winkel zu $c(001)$ ist wegen Unvollkommenheit der letzteren nicht gemessen worden.

$$\begin{aligned} q(506) : p(111) &= 34^{\circ} 48' \text{ gem., } 35^{\circ} 29' 26'' \text{ ber. (2 Kanten),} \\ &: r(601) = 40^{\circ} 45' \text{ ,, } 40^{\circ} 52' 45'' \text{ ,, (4 ,,).} \end{aligned}$$

Die Messungen der Kante $q(506) : p(111)$ waren immer ungenau, weil die q -Flächen in dieser Zone immer mehrere Signalbilder reflektierten, dagegen waren die Signale der in die Zone $c(001) : a(100)$ einfallenden Flächen oft sehr gut.

Die *Deuteroipyramide* $r(601) 6 P_{\infty}$ bildet oft recht große, beiläufig dreieckige, aber fast immer gerundete Flächen, ihre Reflexe waren nur an einigen Kristallen recht gut.

$$\begin{aligned} r(601) : r(\overline{601}) &= 19^{\circ} 9' \text{ gem., } 19^{\circ} 4' 18'' \text{ ber. (4 Kanten),} \\ &: p(111) = 48^{\circ} 28' \text{ ,, } 48^{\circ} 23' 33'' \text{ ,, (6 ,,).} \end{aligned}$$

Ditetragonale Pyramiden fand ich vier:

$$u(643) 2 P \frac{3}{2}, v(312) \frac{3}{2} P 3, w(311) 3 P 3 \text{ und } y(713) \frac{7}{3} P 7.$$

$u(643) 2 P \frac{3}{2}$ war an 10 Kristallen mit zahlreichen Flächen ausgebildet, ihre Flächen waren öfters recht groß und haben fast immer sehr gut reflektiert.

$$\begin{aligned} u(643) : u(\overline{643}) &= 45^{\circ} 26' \text{ gem., } 45^{\circ} 30' \text{ ber., (2 Kanten),} \\ &: u(463) = 20^{\circ} 50 \frac{1}{2}' \text{ ,, } 20^{\circ} 50' 24'' \text{ ,, , (2 ,,),} \\ &: p(111) = 16^{\circ} 6 \frac{1}{2}' \text{ ,, } 16^{\circ} 5' 1'' \text{ ,, , (14 ,,),} \\ &: z(421) = 12^{\circ} 28' \text{ ,, } 12^{\circ} 28' 35'' \text{ ,, , (8 ,,),} \\ &: m(110) = 25^{\circ} 17 \frac{1}{2}' \text{ ,, } 25^{\circ} 16' 18'' \text{ ,, , (2 ,,).} \end{aligned}$$

$v(312) \frac{3}{2} P 3$ ist seltener als $u(643)$, mit welcher sie zusammen vorkommt. Ihre Flächen sind ebenfalls sehr gut.

$$\begin{aligned} v(312) : p(111) &= 22^{\circ} 6' \text{ gem., } 22^{\circ} 9' 20'' \text{ ber., (6 Kanten),} \\ &: h(423) = 6^{\circ} 55'' \text{ ,, } 6^{\circ} 57' 20'' \text{ ,, , (4 ,,).} \end{aligned}$$

Die *ditetragonalen* Pyramiden w (311) $3P3$ und y (713) $\frac{7}{3}P7$ waren nur an dem flächenreichsten Kristall, der eine Kombination aller an diesem Braunit beobachteten Formen war, als je eine Fläche ausgebildet. Beide fallen mit den Pyramiden z (421), v (3 $\bar{1}$ 2) und h (423) in die Zone $[111] : [201]$. w (311) $3P3$ war als eine kleine, sehr gut reflektierende Fläche entwickelt und ist in der erwähnten Zone sowie ihre Neigung zu u (643) gemessen worden.

$$\left. \begin{array}{l} w(311) : p(111) = 58^\circ 20\frac{1}{2}' \text{ gem., } 58^\circ 27' 2'' \text{ ber.,} \\ : m(110) = 31^\circ 30' \quad ,, \quad , 31^\circ 32' 58'' \quad ,, \quad , \\ : z(421) = 9^\circ 14' \quad ,, \quad , 9^\circ 17' 21'' \quad ,, \quad , \\ : h(4\bar{2}3) = 43^\circ 16\frac{1}{2}' \quad ,, \quad , 43^\circ 15' 49'' \quad ,, \quad , \\ : u(643) = 15^\circ 3' \quad ,, \quad , 15^\circ 10' 32'' \quad ,, \quad , \end{array} \right\} (1 \text{ Kante}).$$

Die einzige beobachtete Fläche der Form y (713) $\frac{7}{3}P7$ war viel größer aber auch unvollkommener als w (311).

$$y(713) : p(1\bar{1}1) = 47^\circ 27' \text{ gem., } 47^\circ 21' 19'' \text{ ber. (1 Kante).}$$

Von den Kombinationen sind:

$$\begin{array}{l} p \quad m \quad u \quad z \quad (\text{Fig. 1}) \\ p \quad c \quad q \quad r \quad u \quad v \quad (\text{Fig. 2}) \\ p \quad c \quad m \quad q \quad r \quad u \quad h \quad z \quad v \quad (\text{Fig. 3}) \\ p \quad c \quad a \quad m \quad q \quad r \quad u \quad h \quad z \quad v \quad w \quad y \quad (\text{Fig. 4}). \end{array}$$

auf beigegebener Tafel abgebildet.

Bei der großen Zahl der gemessenen Zonen ist die Übereinstimmung der gemessenen mit den berechneten Werten bis auf $q(506) : p(111)$, welche eine Differenz von über $40'$ aufweist, eine befriedigende:

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$p(111) : p(1\bar{1}1)$	$70^\circ 12'$	$70^\circ 19' 0''$	14
$: p(11\bar{1})$	$70^\circ 57'$	$70^\circ 57' 10''$	10
$: m(110)$	$35^\circ 29'$	$35^\circ 28' 35''$	13
$: c(001)$	$54^\circ 28'$	$54^\circ 31' 25''$	3
$q(506) : r(601)$	$40^\circ 45'$	$40^\circ 52' 45''$	4
$: p(111)$	$34^\circ 48'$	$35^\circ 29' 26''$	2
$r(601) : p(111)$	$48^\circ 28'$	$48^\circ 23' 33''$	6
$: r(60\bar{1})$	$19^\circ 9'$	$19^\circ 4' 18''$	4
$u(643) : p(111)$	$16^\circ 6\frac{1}{2}'$	$16^\circ 5' 1''$	14

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten
u (643) : u ($\bar{6}4\bar{3}$)	45° 26'	45° 30' 0''	2
: u (463)	20° 50 $\frac{1}{2}$ '	20° 50' 24''	2
: m (110)	25° 17 $\frac{1}{2}$ '	25° 16' 18''	2
: z (421)	12° 28'	12° 28' 35''	8
h (423) : p (111)	15° 12'	15° 11' 13''	10
: m (110)	38° 15'	38° 12' 41''	2
z (421) : p ($\bar{1}\bar{1}1$)	28° 27'	28° 33' 36''	12
: m (110)	22° 15 $\frac{1}{2}$ '	22° 15' 37''	2
v (312) : p (111)	22° 6'	22° 9' 20''	6
: h (423)	6° 55'	6° 57' 20''	4
w (311) : p (111)	58° 20 $\frac{1}{2}$ '	58° 27' 2''	1
: m (110)	31° 30'	31° 32' 58''	1
: h ($\bar{4}2\bar{3}$)	43° 16 $\frac{1}{2}$ '	43° 15' 49''	1
: z (421)	9° 14'	9° 17' 21''	1
y (713) : p ($\bar{1}\bar{1}1$)	47° 27'	47° 21' 19''	1

Die Dichte der Kristalle wurde zu 4.72*) bestimmt, die Härte ist beiläufig 6—6.5.

Wegen Mangel an krystallisiertem Material wurde die feinkörnige Unterlage der Kristalle, welche eine Dichte von 4.69—4.72 aufwies, einer quantitativen Analyse unterzogen. Das Ergebnis ist:

SiO ₂	3.93
MnO	83.76
O	8.20
Fe ₂ O ₃	1.18
BaO	0.98
H ₂ O	0.50
	<hr/> 98.55

Die angeführten Zahlen stimmen recht gut mit den neueren Analysen von R a m m e l s b e r g,**) I g e l s t r ö m***) und F l i n k †) überein, so daß man annehmen kann, daß die Unterlage dieser brasilianischen Braunitkrystalle ein sehr feinkörniger bis dichter Braunit ist.

*) Flink hat für den Braunit von Långban die Dichte zu 4.7197 bestimmt.

**) C. F. Rammelsberg. Handbuch d. Mineralchem. 2 Aufl., II, p. 160.

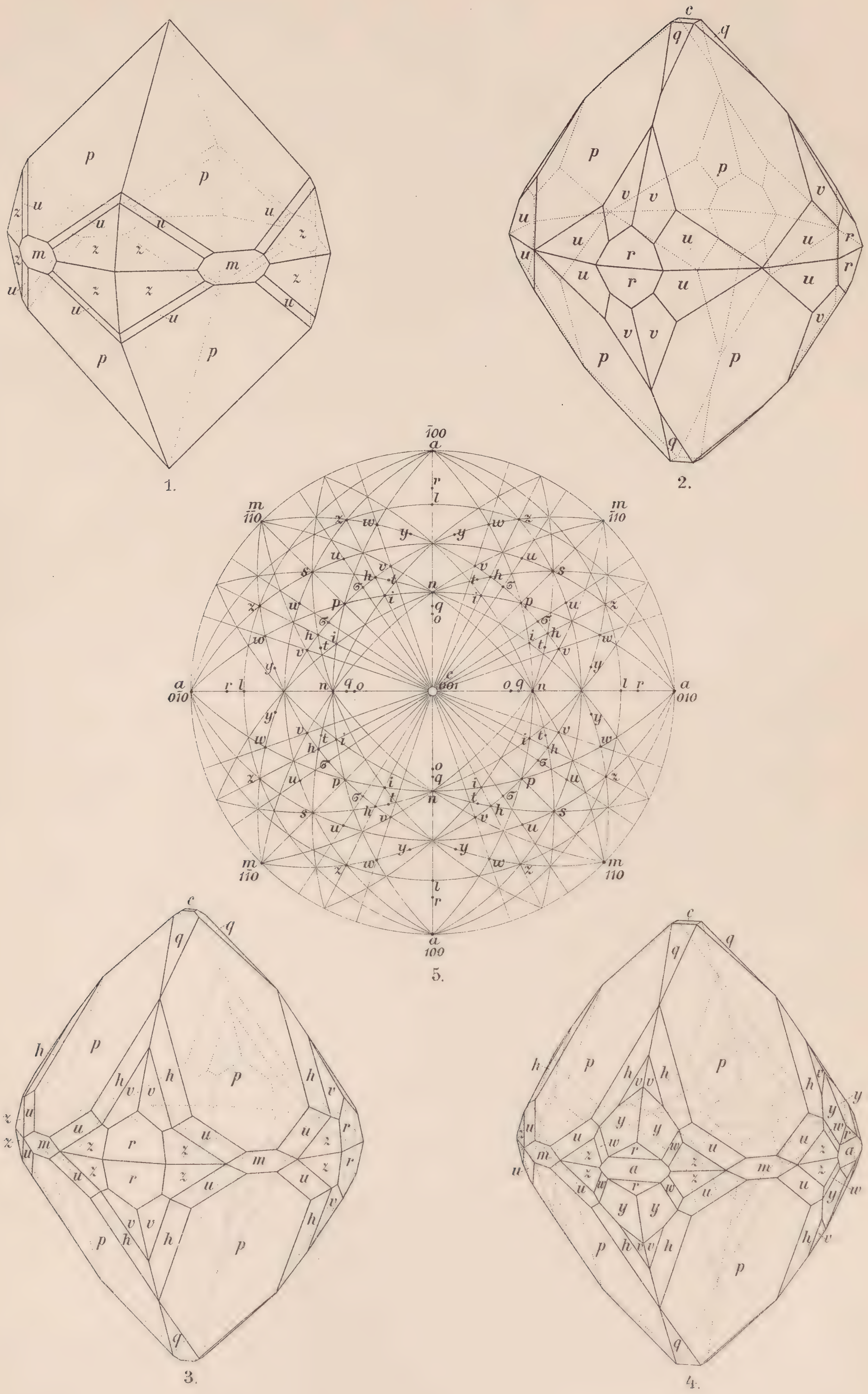
***) L. J. Igelström. Braunite des mines de Jacobsberg, Wermland. Bull. soc. min. de France t. VIII, 1885, p. 421.

†) C. Flink. Bihang till. Svenska Vetensk. Akad. Handl. 1890, 16, II, Nr. 4.

Zum Schlusse füge ich eine stereographische Projektion (Fig. 5) sowie eine Übersicht aller am Braunit bekannten Formen bei.

Signatur	Miller und Naumann	Sign. d. Autoren			
		Haidinger 1826	Goldschm. Index	Schmidt 1886	Flink 1887 und 1890
<i>c</i>	(001) 0 <i>P</i>	<i>o</i>	<i>c</i>	.	.
<i>a</i>	(100) <i>P</i> ∞	.	.	<i>a</i>	.
<i>m</i>	(110) ∞ <i>P</i>	.	.	<i>m</i>	.
<i>p</i>	(111) <i>P</i>	<i>P</i>	<i>e</i>	.	.
<i>s</i>	(221) 2 <i>P</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	.	.
<i>o</i>	(304) $\frac{3}{4}P$ ∞	.	.	.	<i>o</i>
<i>q</i>	(506) $\frac{5}{6}P$ ∞	.	.	.	.
<i>n</i>	(101) <i>P</i> ∞	.	.	.	<i>n</i>
<i>l</i>	(401) 4 <i>P</i> ∞	.	.	.	<i>l</i>
<i>r</i>	(601) 6 <i>P</i> ∞	.	.	.	.
<i>σ</i>	(645) $\frac{6}{5}P^3\frac{1}{2}$	.	.	.	<i>s</i>
<i>u</i>	(643) 2 $P^3\frac{1}{2}$	.	.	.	.
<i>i</i>	(212) <i>P</i> 2	.	.	.	<i>i</i>
<i>h</i>	(423) $\frac{4}{3}P$ 2	.	.	.	<i>h</i>
<i>z</i>	(421) 4 <i>P</i> 2	<i>Z</i>	<i>x</i>	.	.
<i>t</i>	(524) $\frac{5}{4}P^5\frac{1}{2}$	.	.	.	<i>t</i>
<i>v</i>	(312) $\frac{3}{2}P$ 3	.	.	.	.
<i>w</i>	(311) 3 <i>P</i> 3	.	.	.	.
<i>γ</i>	(713) $\frac{7}{3}P$ 7	.	.	.	.

Mineralogisches Institut der k. k. böhmischen Universität
in Prag.



Kristallographische Notizen.

Von

Vojtěch Rosický in Prag.

(Mit einer Tafel.)

Vorgelegt am 18. October 1907.

Die vorliegende Arbeit wurde größtenteils im mineralogischen Institute der k. k. böhmischen Universität in Prag ausgeführt, das Material hiezu haben teils die Sammlungen des Institutes, teils die Sammlungen des Museums des Königreiches Böhmen geliefert. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich dem Direktor beider Sammlungen, H. Hofrat Prof. Dr. Karl V r b a den besten Dank für die Überlassung des Materiales, für die Erlaubnis zur Benützung der Apparate, sowie für sein lebhaftes Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte, ausspreche.

Zu nicht minderem Dank bin ich auch H. Geheimrat Prof. Dr. Paul v. G r o t h verpflichtet, der freundlichst gestattete, einen Teil der Arbeit im mineralogischen Institute zu München auszuführen.

1. Adamin von Thasos in der Türkei.

A d a m i n, ein rhombisches Glied der isodimorphen Wagneritgruppe, ist nicht von zahlreichen Lokalitäten bekannt. Der Adamin von Chañarcillo in Chile wurde von C. F r i e d l¹⁾ und D e s C l o i z e a u x²⁾ beschrieben, das Vorkommen von Cap Garonne (Département du Var) behandelten A. D a m o u r³⁾ und F. P i s a n i,⁴⁾ jenes von Laurion in

¹⁾ Sur l'Adamine, nouvelle espèces minerale. C. R. 62, 1866. 692—695.

²⁾ Notes sur la forme cristalline et les propriétés optiques de l'Adamine. C. R. 62. 1866. 695—697.

³⁾ C. R. 67. 1868. 1124—1129.

⁴⁾ C. R. 70. 1001—1004.

Griechenland Des Cloizeaux⁵⁾ und H. Laspeyres.⁶⁾ Weniger genau ist der Bericht von K. Jimbo⁷⁾ über den japanischen Adamin. Künstlich ist der Adamin von de Schulten⁸⁾ dargestellt worden.

Der Adamin von Chañarcillo kommt in stark verwachsenen Kristalldrusen von Silber und Embolit begleitet auf einem Limonit- und Kalkspatgange vor. Morphologisch sind die honiggelben, bis amethystvioletten Adaminkristalle Olivenit- und Liebethenitkristallen ähnlich und nach Des Cloizeaux von folgenden Formen gebildet: m (110), h_3 (120), g_3 (210), g_1 (100), a_1 (011), $b\frac{1}{2}$ (111); den Kristalltypus bestimmt die Form a_1 (011), und dieser parallel weisen die Kristalle auch gute Spaltbarkeit auf. Fast alle Flächen sind recht glänzend; aber wellig gekrümmt und infolgedessen zum Messen weniger geeignet.

Der Adamin von Cap Garonne kommt auf Spalten eines quarzigen Gesteines vor, die Kristalle sind matt, linsenförmig, verschieden gefärbt, sie sind mit nadeligem Olivenit vergesellschaftet, wobei sich manchmal beide Minerale innig durchdringen. Weitere Begleiter sind Chalkophyllit, Lettsomit, Azurit, Brochantit, Mimetesit, Malachit und Baryt. Die Adaminkristalle sind nach Pisani nach der Form e_1 ($= a_1$ Des Cloizeaux) prismatisch, deren Flächen aber wieder stark gekrümmt, nebstdem erscheinen die Formen: m (110) und $b\frac{1}{2}$ (111).

Der Adamin von Laurion im Griechenland bildet nach Des Cloizeaux 2 bis 3 mm große Kristalle von grüner Farbe, die sich nicht selten unter 60° durchkreuzen. Die Unterlage ist kupferhaltiger, violettgrüner Galmei. Des Cloizeaux sowie Laspeyres führen zwei Kristalltypen des Adamins von Laurion an, teils sind die Kristalle nach der Kante $a_1 : a_1$, teils nach der Vertikale gestreckt.⁹⁾ Der erste Typus ist horizontal, der zweite vertikal gerieft, die Flächen von beiden Typen sind uneben.

Insgesamt wurden folgende Formen beobachtet:

Nach Des Cloizeaux:

h_1	(010)
p	(001)
g_1	(100)
m	(110)
g_3	(210)
g_4	(530)
h_4	(350)

Nach Laspeyres:

a	(100)
c	(001)
b	(010)
r	(110)
t	(120)
s	(350)
n	(530)

⁵⁾ C. R. 86. 1878. 88—90. Siehe Bul. d. l. soc. fr. de la mineral. 1878. I. 30—31.

⁶⁾ Z. f. Kristall. 2. 147—152.

⁷⁾ Ref. Z. f. Kr. 34. 218.

⁸⁾ Bul. de la soc. fr. de la mineral. 26. 1903. 91—94.

⁹⁾ D. h. nach der Brachydiagonale in der Position von Des Cloizeaux, nach der Makrodiagonale in der Position von Laspeyres, welcher die a - und b -Achse von Des Cloizeaux vertauscht hatte.

Nach Des Cloizeaux:

$$\begin{array}{ll} h_3 & (120) \\ h^5/3 & (140) \\ a_1 & (011) \end{array}$$

Nach Laspeyres:

$$\begin{array}{ll} m & (210) \\ k & (410) \\ d & (101) \\ l & (011) \end{array}$$

Betreffs der Kristalle beider Typen bemerkt Laspeyres, daß ihre Formengröße, sowie die Winkelgrößen bedeutende Unterschiede aufweisen: der makrodiagonal gestreckte Typus nähert sich vollkommen den Adaminkristallen von Chañarcillo, während der vertikale mehr an Olivenitkristalle erinnert. Wenn auch die Messungen der Unebenheiten der Flächen wegen nicht präcis vorgenommen werden konnten, sind doch die Differenzen in der Größe der korrespondierenden Winkel beider Typen so bedeutend, daß sie den Beobachtungsfehlern nicht zugerechnet werden können. Laspeyres konnte auch an den Kristallen des vertikalen Typus die Spaltbarkeit nach (101) nicht sicherstellen; unentschieden läßt er die Frage, ob die Winkeldifferenzen durch den Kupfergehalt der vertikal-prismatischen Kristalle verursacht sind, oder ob es sich beim Adamin um den am Humit bekannten Fall handelt, wo bei geringen chemischen Differenzen die kristallographischen Werte stark variieren.

Die von de Schulten künstlich dargestellten Adaminkristalle sind nach der b -Achse gestreckt; die dominierende Form ist d (101), untergeordnet sind die Formen b (010) und t (120) ausgebildet.

An das mineralogische Institut der böhmischen Universität in Prag sind von der Freiburger Mineralienniederlage einige Adamin-Stufen von der neuen Lokalität Thasos in der Türkei eingeschickt worden. Die Unterlage ist braungelb, stellenweise fleischrot bis braunrot und enthält Arsen, Blei, Zink, Eisen und etwas Kalk. In derselben sind kristallinisch-körnige und stengelige Partien farblosen bis braungelben, stark glänzenden Adamins und kleine, weiße, tafelförmige Kristalle und Lamellen von Baryt eingewachsen. In zahlreichen Hohlräumen und in größeren Spalten der Unterlage hat sich Adamin in glänzenden, farblosen, gelblichen, gelblich-rosafärbigen oder grünlichen Kristallen abgesetzt; diese sind gewöhnlich stark miteinander verwachsen, seltener einzeln aufgewachsen.

Der Kristalltypus ist entweder prismatisch nach der b -Achse, die größte entwickelte Form ist d (101),¹⁰⁾ — also dieselbe wie an den Kristallen von Chañarcillo und am 1. Typus von Laurion —, oder es sind die makrodiagonale und vertikale Zone beinahe im Gleichgewichte; dann dominiert die Form m (110).

Wie bei den Adaminkristallen von anderen Lokalitäten, kann man auch an jenen von Thasos viele Störungen auf den Flächen beinahe aller Formen bemerken. Obzwar stark glänzend, sind sie gewöhnlich gekrümmt,

¹⁰⁾ In dieser Abhandlung wurde die Laspeyersche Position angenommen.

gebogen, oder sind die Gegenflächen aus der Parallelstellung herausgerückt. Namentlich an Kristallen, welche zusammengedrückte Drusen bilden, sind solche Verrückungen bedeutender und betragen zuweilen mehr als $1\frac{1}{2}^\circ$; zuweilen sind einfache Formen durch recht komplizierte Vicinalflächen ersetzt. Als Ursache dieser Abnormitäten muß, meiner Meinung nach, eben die gedrängte Verwachsung der Kristalle angesehen werden, denn es ist anzunehmen, daß die Molekularkräfte verschieden orientierter Individuen störend aufeinander wirken müssen und diese dann nicht normale, sondern influenzierte¹¹⁾ Flächen bilden.

Die meßbaren Kristalle sind selten über 1 mm groß, sie sind gewöhnlich nur an einem Pole der *b*-Achse entwickelt; seltener sitzen sie mit der makrodiagonalen Zone auf, dann sind beide Pole kristallographisch begrenzt. Größere Individuen erreichen bis 10 mm Größe, ihre Flächen sind aber so gekrümmt und gebogen, daß sie zur Messung vollkommen unbrauchbar sind. Häufig sind die Kristalle nach der Fläche *d* (101) tafelförmig und gehen in plattstengelige Aggregate über.

An dreizehn gemessenen Adaminkristallen fand ich folgende Formen:

$$c (001), b (010), r (110), m (210), t (120), d (101), *c (205), *f (103), \\ l (011), *p (123).$$

d (101) bedingt den Typus der meisten Kriställchen, gewöhnlich sind zwei Nachbarflächen größer und besser entwickelt als das andere Flächenpaar. Gut haben 21 Flächen reflektiert.

r (110) kommt an allen Kristallen vor, an einigen ist es mit *d* im Gleichgewichte entwickelt. Auch diese Fläche hat ungleichmäßig ausgebildete Flächenpaare; gute Signale lieferten 11 Flächen.

c (001) wurde an 4 Kristallen als sehr schlecht glänzende schmale Fläche vorgefunden; sie gab entweder nur einen schwachen Schimmer oder es mußte mit vorgeschlagener Loupe abgelesen werden.

b (010) wurde an 9 Kristallen, dreimal als breitere und gut reflektierende Fläche sichergestellt.

m (210) ähnlich wie die Form *r* ungleichmäßig ausgebildet, ist an 3 Kristallen beobachtet worden. Größere Flächen sind glatt und liefern ganz gute Signale, die kleineren sind matt.

t (120) ist beinahe an allen gemessenen Kristallen als breite, gut reflektierende Fläche vorhanden.

Vereinzelt erscheinen die Formen: *e* (205), *f* (103), beide für den Adamin neu. Ersteres Doma wurde an einem einzigen Kristalle als schmale, aber gut spiegelnde Fläche vorgefunden, das letztere wurde auf drei Kristallen konstatiert, insgesamt mit drei schmalen Flächen, von denen zwei gut reflektierten.

¹¹⁾ V. Goldschmidt: Z. f. Kryst. 42. 596.

l (011) war an drei Kristallen, und zwar mit teilweise gut entwickelten Flächen vorhanden.

Die Pyramiden sind nur durch die neue Form p (123) vertreten, sie wurde nur einmal als matte, schmale Facette vorgefunden.

Folgende Formen: a (100), k (410), n (530), s (350) und die Grundpyramide o (111), welche an den Adaminkristallen anderer Lokalitäten beobachtet wurden, habe ich nicht aufgefunden.

Als Fundamentalwinkel wurden folgende Messungen¹²⁾ benützt:

$$\begin{aligned} r \ (110) : b \ (010) &= 45^{\circ} 41' \\ d \ (101) : d \ (\bar{1}01) &= 71^{\circ} 39'. \end{aligned}$$

Daraus berechnet:

$$a : b : c = 0.976427 : 1 : 0.704869$$

In der Tabelle sind die Mittelwerte der gemessenen Neigungen sowie die berechneten Winkelgrößen zusammengestellt. Behufs eines Vergleiches wurden ihnen auch die von Des Cloizeaux¹³⁾ und Laspeyres gefundenen Zahlen beigelegt:

	Gemessen	Berechnet	n	Nach Des Cloizeaux	Nach Laspeyresa
110 : 010	*45° 41'	—	13	45° 46 $\frac{1}{2}$ '	45° 7 $\frac{1}{6}$ '
: 120	18 37	18° 34'	17	18 35	18 27 $\frac{1}{2}$
: 210	18 6	18 17 $\frac{2}{3}$	7	18 16 $\frac{1}{2}$	18 24 $\frac{2}{3}$
: 101	65 11	65 14 $\frac{1}{2}$	2	64 53	—
: 011	66 14	66 16	2	—	—
120 : $\bar{1}$ 20	54 16	54 14	11	54 22	53 19 $\frac{1}{3}$
210 : 2 $\bar{1}$ 0	52 16	52 2 $\frac{2}{3}$	4	51 54	52 56 $\frac{1}{3}$
: 101	58 8	58 15 $\frac{2}{3}$	3	57 49	—
: 123	68 40	68 4 $\frac{1}{3}$	1	—	—
101 : $\bar{1}$ 01	*71 39	—	18	72 40	71 19 $\frac{1}{3}$
: 103	22 20	22 17 $\frac{2}{3}$	5	—	—
: 205	19 43	19 43	1	—	—
: 011	48 54	48 29 $\frac{1}{2}$	2	—	—
$\bar{1}$ 01 : 123	53 10	53 40	1	—	—
011 : 001	35 26	35 10 $\frac{2}{3}$	1	—	—

¹²⁾ Natürlich wurden die Winkelgrößen jener Kristalle, welche Anomalien aufweisen, nicht in die Rechnung aufgenommen.

¹³⁾ Dessen Position auf diejenige von Laspeyres umgeschrieben wurde.

Wie aus der vorliegenden Tabelle entnommen werden kann, liegen die von mir berechneten Werte zwischen denen von Des Cloizeaux und jenen von Laspeyres, sie sind bald diesen, bald jenen näher stehend. Fig. 1. und Fig. 2. stellen den Typus der untersuchten Kristalle dar. In der Fig. 2. ist der Kristall um 45° um die Makrodiagonale gedreht, um die Domenflächen deutlicher hervortreten zu lassen.

Der Adamin weist eine hohe Lichtbrechung sowie Doppelbrechung auf. Am Schnitte $\parallel (010)$ kann man den Austritt der spitzen Bisektrix wahrnehmen, die Achsenebene liegt im basischen Pinakoid. Der Achsenwinkel wurde in starkbrechender Thouletscher Lösung ($n_{Na} = 1.7344$) in zwei Platten gemessen. Der spitze Achsenwinkel in einer $\perp (010)$, der stumpfe in der $\parallel (100)$ geschnittenen Platte; beide Messungen fanden im Natriumlichte statt.

Die $\parallel (100)$ geschliffene Platte war nicht genau orientiert; deshalb kann man auch die Werte V und β keinesfalls als genau betrachten.

$$\begin{aligned} 2 Th_a &= 82^\circ 37', \quad 2 Th_o = 96^\circ 36' \\ \text{woraus:} \quad 2 V &= 82^\circ 57\frac{2}{3}' \\ \beta &= 1.728 \end{aligned}$$

Die spitze Bisektrix, die \parallel der Achse b verläuft, ist c , die stumpfe Bisektrix \parallel der Achse a , ist a ; das Mineral ist demnach optisch positiv.

Chemisch wurde der Adamin mehrmals untersucht; den Adamin von Chañarcillo und Laurion analysierte C. Friedel, jenen von Cap Garonne A. Damour und F. Pisani.

	Chañarcillo:	Cap Garonne:		Laurion:
		Damour	Pisani	
As_2O_3	39.95	39.24	38.50	40.17
ZnO	54.32	49.11	52.50	55.97
FeO	1.48	Spuren	—	0.18
CuO	—	1.75	—	0.64
MgO	Spuren	—	—	—
CoO	—	5.16	3.92	—
H_2O	4.55	4.25	3.57	4.01
	<hr/> 100.30	<hr/> 99.51	<hr/> 98.49	<hr/> 100.97

Der von Damour analysierte Adamin war stark durch Olivenit und Erythrin verunreinigt; der Beimischung dieser letzteren Substanz schreibt Damour die morphologischen Abweichungen zu. Auch Pisani sieht in der beigemengten Kobaltverbindung die Ursache der Differenzen in der Kristallausbildung und Laspeyres ist der Ansicht, daß die Kupferbeimischung der vertikalgestreckten Kristalle von Laurion als Ursache ihrer Abweichungen in der Flächenneigung und im Habitus angesehen werden könnte.

Der Adamin von Thasos zeigt sich in chemischer Hinsicht identisch mit jenem anderer Lokalitäten; vor dem Lötrohre knistert etwas das Korn und schmilzt leicht zu einer Kugel, die heiß gelb, kalt weiß gefärbt ist. Der Beschlag auf der Kohle wird durch Kobaltsolution stark grün gefärbt. Auf der Kohle mit Soda gemengt und geschmolzen gibt er viel Arsendmfe, nach Zugabe von Sn Cl_2 und nach abermaliger Erhitzung des Minerals wird die adaminhaltende Phosphorsalzperle durch ausgeschiedenes Arsen schwarz gefärbt, wobei weiße Arsenikdämpfe entweichen. In geschlossenem Glasrohre geglht, gibt das Pulver Wasser ab, mit Soda gemengt einen Arsenspiegel. In konzentrierten kalten Säuren ist Adamin leicht löslich.

Die Dichte (Mittel zweier Bestimmungen im Pyknometer) wurde $= 4.484$ gefunden, also höher als jene des Adamin von Chaarcillo $= 4.338$ (Friedel) und Cap Garome: 4.352 (Damoour), aber genähert der Dichte des von de Schulten künstlich dargestellten Adamins $= 4.475$.

Herrn Prof. Dr. H. Nmeek in Prag verdanke ich die Mitteilung der freundlichst ausgeführten quantitativen Analyse,¹⁴⁾ welche folgende Zahlen ergab.

	Gefunden:	Berechnet:
As_2O_5	39.80	40.10
Zn O	56.98	56.76
H_2O (Diff.)	3.22	3.14
FeO	Spuren	—
	<hr/> 100.00	<hr/> 100.00

Wegen Mangels an Untersuchungsmaterial mußte das Wasser nur aus der Differenz bestimmt werden.

Durch diese Analyse wurde mit voller Sicherheit konstatiert, daß alle Störungen der Kristallform, die gekrümmten und gebrochenen Flächen, die an den Adaminkristallen beobachtet wurden, nicht die Folge von *isomorphen Beimischungen* sind. Der Analyse nach ist der Adamin von Thasos chemisch vollkommen rein, und doch weisen seine Kristalle eine Menge von Unregelmäßigkeiten auf. Teils dürfen die Unregelmäßigkeiten eine primäre Erscheinung sein, hervorgerufen durch Molekularwirkungen bei ihrer Bildung, größtenteils scheint es aber, daß man es mit influenzierten Flächen zu tun hat, die recht häufig, namentlich bei solchen Kristallen auftreten, die in stark zusammengewachsenen Gruppen erscheinen, wie es beim Adamin von Thasos tatsächlich der Fall ist.

Die den Adamin begleitenden weißen Barytkristalle sind nach der Basis (001) (Millers Stellung) tafelig entwickelt, sie stellen die Kombination der Formen: c (001), o (011), u (101), d (102), l (104) vor.

¹⁴⁾ Für die freundliche Ausführung der Analyse spreche ich H. Professor Dr. H. Nmeek meinen aufrichtigen Dank aus.

Es wurden 4 Kristallindividuen gemessen:

Gemessen:	Berechnet: ¹⁵⁾
$01\bar{1} : 011 = 74^{\circ} 34'$	$74^{\circ} 42'$
$001 : 104 = 21 \quad 52$	$21 \quad 51\frac{2}{3}$
$102 = 38 \quad 50$	$38 \quad 44\frac{2}{3}$
$10\bar{1} : 101 = 64 \quad 54$	$64 \quad 51\frac{1}{3}$

Vor dem Lötrohre konnte *Ba* sichergestellt werden.

2. Barytocölestin von Imfeld im Binnentale.

Barytocölestin von Imfeld im Binnentale führt zum erstenmale W. S. von Waltershausen¹⁶⁾ als farblose, bis bläuliche Kriställchen, sowie als körnige Aggregate an. Die Härte wird zu 3·5, das spez. Gewicht = 3·977 angegeben. Nach Waltershausen enthält das Mineral 9·07 % $SrSO_4$. Später hat H u g a r d¹⁷⁾ gefunden, daß der Strontiumgehalt des Barytocölestins vom Binnentale kein konstanter sei und daß die Flächenneigungen variieren, bald waren die Winkel näher denen des Barytes, bald jenen des Cölestins.

A. Breithaupt¹⁸⁾ hat Binnentaler Kryställchen untersucht und dieselben als typischen Baryt vom. spez. Gew. = 4·455 erkannt. Während W i e s e r¹⁹⁾ im Binnentaler Mineral keinen Strontiumgehalt fand, gibt K e n n g o t t²⁰⁾ zu, daß beide Minerale — Baryt und Barytocölestin — zusammen vorkommen und daß der erstere in einer am Cölestin gewöhnlichen Kombination aufrete.

Um die Natur der Imfelder Kriställchen sicherzustellen und die Beziehungen zwischen den Winkelvariationen und dem Strontiumgehalte festzustellen, hat Ed. F. N e m i n a r²¹⁾ den Barytocölestin neu untersucht. Sein Material bestand aus farblosen bis bläulichen gut ausgebildeten Kriställchen, die von Quarz und Sphalerit begleitet waren. Die spektroskopische Prüfung ließ einen Strontiumgehalt erkennen. Aus seinen Messungen und Rechnungen will N e m i n a r gefunden haben, daß die Winkelgrößen am Barytocölestin nicht zwischen den entsprechenden

¹⁵⁾ Auf Grund des Achsenverhältnisses, das für Baryt vom Binnental in der nachfolgenden Arbeit berechnet wurde.

¹⁶⁾ Ein Beitrag zur näheren Kenntniss des Dolomits in den Waliser Alpen. Pogg. An. XCIV. 1855. 134.

¹⁷⁾ Dolomie de la vallée de Binn. Ses caractères de roche, etc. Comptes rendus XLVI. 1858. 1263.

¹⁸⁾ Berg- und hüttenm. Zeit. 1865. XXIV., 319.

¹⁹⁾ K e n g o t t : Die Minerale der Schweiz. 1866. 330—331.

²⁰⁾ Ibidem.

²¹⁾ Die Kristallform des Barytocölestins. Tsch. Min. p. Mitth. 1876. 59—64.

Werten der Grenzglieber — Baryt und Cölestin —, sondern außer diesen Grenzen liegen.

Die Richtigkeit der Angaben N e m i n a r's hat V. G o l d s c h m i d t ²²⁾ bezweifelt, indem er an zahlreiche Fehler und Unvollkommenheiten dieser Abhandlung hingewiesen hatte.²³⁾ Auch konnten spätere Forscher, die das Imfelder Mineral untersuchten, nur typischen Baryt, keinen Barytocölestin konstatieren. F. G r ü n l i n g,²⁴⁾ welcher von der erwähnten Lokalität vier Baryttypen beschreibt, konnte in keinem derselben auch nur eine Spur von Strontium entdecken, gibt aber zu, daß an der betreffenden Lokalität auch Barytocölestin vorkommen könnte.

S c h a r i z e r ²⁵⁾ untersuchte einer Dufrenoy'sit-Druse entnommene Kriställchen, die dem Typus des Neminar'schen Barytocölestins vollkommen entsprachen, deren Winkelwerte aber denen des Barytes gleichkamen. Auf Grund der spektroskopischen Untersuchung N e m i n a r's hielt er aber seine Kriställchen mit jenen N e m i n a r's nicht für identisch.

Auch F. P i s a n i und H. B a u m h a u e r ²⁶⁾ konnten bloß typischen Baryt aus dem Binnental konstatieren. H. B a u m h a u e r und C. O. T r e c h m a n n²⁷⁾ untersuchten durch mehrere Jahre gesammelte Kriställchen vom Binnental, die sich stets morphologisch und chemisch als typische Baryte erwiesen und niemals eine Spur von Strontium enthielten. An den Kristallen wurden 4 Typen nachgewiesen: der pyramidale, der vertikalprismatische, der brachydomatische, und der makrodomatische Typus.

In den Lehrbüchern der Mineralogie wird auf Grund der Abhandlung N e m i n a r's für Barytocoëlestin „Imfeld im Binnental“ als Fundort angeführt. Diese Angabe ist unrichtig, da N e m i n a r *keinen Barytocölestin, sondern typischen Baryt untersucht hatte*.

Der Schluß, welchen er aus seinen Messungen gefolgert, beruht auf *ganz falscher Berechnung* des Parameterverhältnisses und der Winkel.²⁸⁾ Auch die Projektion und die Figur sind unrichtig gezeichnet.

Die Fehler in N e m i n a r's Arbeit sind folgende:

1. Das Achsenverhältnis ist falsch berechnet. Aus den Fundamentalwinkeln N e m i n a r's:

$$(110) : (1\bar{1}0) = 74^{\circ} 54' 30''$$

$$(110) : (111) = 44^{\circ} 4' 30''$$

²²⁾ Index Bd. I., 285.

²³⁾ N e m i n a r führt nicht einmal die Richtung der Spaltflächen bei den gemessenen Kristallen an.

²⁴⁾ Über das Vorkommen des Barytes im Binnental. Z. f. Kryst. 8. 1884. 243—245.

²⁵⁾ Baryt vom Binnental. Z. f. Kryst. 30. 1899. 299.

²⁶⁾ Mineralien aus dem Binnental. Eclogae geologicae Helvetiae. VII. 1904.

²⁷⁾ Z. f. Kryst. 44. 609.

²⁸⁾ Dasselbe wurde schon früher von K. V r b a gefunden. (S l a v í k, Mineralogie r. 1903—1904. Věstník České Akademie XIV.)

folgt das richtige Achsenverhältnis:

$$0.766057 : 1 : 0.628086,$$

d. h. ein Achsenverhältnis des Barytes in der Schrauf-Grailichschen Position, während es N e m i n a r $0.81992 : 1 : 1.25596$ angibt, d. i. beinahe das Achsenverhältnis des Barytes in der Hauy-Millerschen Position. Wenn wir die Schrauf-Grailichsche Position auf die Hauy-Millers auf Grund der N e m i n a r s c h e n Winkel umrechnen, d. h. wenn wir

$$\begin{aligned} a \text{ (Nem.)} &= (001), o \text{ (Nem.)} = (011) \\ (011) : (01\bar{1}) &= 74^\circ 54' 30'' \\ (011) : (111) &= 44^\circ 4' 30'' \end{aligned}$$

dann erhalten wir das Achsenverhältnis:

$$0.81989 : 1 : 1.30539.$$

In dem von N e m i n a r berechneten Achsenverhältnis ist hauptsächlich der Wert der c -Achse falsch berechnet worden.

2. Infolge dieser Fehler berechnet N e m i n a r auch alle theoretischen Neigungen falsch, wobei die Fehler sogar ganze Grade betragen, wie aus der beigefügten Tabelle ersichtlich ist.

3. Die von N e m i n a r berechneten Werte sind aber auch dann vollkommen unrichtig, wenn wir das von ihm angegebene Achsenverhältnis und seine Flächenindices zum Rechnen benützen. Denn wir erhalten z. B.:

$$\begin{aligned} 110 : 1\bar{1}0 &= 78^\circ 41' 52'' \quad (\text{Nem. } 74^\circ 54' 30'') \\ 110 : 111 &= 26^\circ 47' \quad (\text{Nem. } 44^\circ 4' 30'') \end{aligned}$$

u. s. w.

Und doch sind es die Winkel, aus denen er sein Achsenverhältnis gerechnet haben will.

4. Die Figur und die Projektion sind für die Schrauf-Grailichsche Stellung gezeichnet, im Texte dreht er aber alle Formen um die Vertikale um 90° , so ist z. B. die Form a auf der Projektion (010) , im Texte aber (100) . Den scharfen Prismenwinkel $o : o$, in der Projektion nach vorne gewendet, bezeichnet er als $(110) : (1\bar{1}0)$, obzwar er konsequent mit Rücksicht auf $a = (100)$ mit $(110) : (\bar{1}10)$ bezeichnet werden muß.

Infolge dieser Unkonsequenz ist es nötig bei der Berechnung aus N e m i n a r s Fundamentalwinkeln immer mit denjenigen Indices zu rechnen, welche die Formen auf der Projektion haben; d. h. man muß immer $(h \ k \ l)$ durch $(k \ h \ l)$ ersetzen:

$a = (010)$	statt	(100)	nach	Nem.
$d = (021)$	„	(201)	„	„
$d_1 = (041)$	„	(401)	„	„
$d_2 = (061)$	„	(601)	„	„
$m = (101)$	„	(011)	„	„
$\varphi = (121)$	„	(211)	„	„

Die übrigen Formen behalten ihre Bedeutung:

$$o = (110), \quad z = (111), \quad y = (221).$$

5. In den zwei letzten Zeilen seiner Tabelle verwechselte er die Winkel $a : z$ und $b : z$, was übrigens auch aus der Projektion ersichtlich ist.

6. In der Projektion und Figur ist die Fläche φ unrichtig gezeichnet, dieselbe liegt im Kreuzpunkte der Zonen $[z a]$ und $[y d]$; in der Projektion ist sie aber außer diesem Kreuzpunkte eingetragen, und in der Zeichnung die Kanten $\varphi : z$ und $z : m$ nicht parallel, wie es richtig sein sollte.

Um die Unrichtigkeiten der Neminarschen Berechnung beurteilen zu können, habe ich aus seinen Fundamentalwinkeln und aus dem oben-erwähnten korrigierten Achsenverhältnisse: $0.766077 : 1 : 0.628086$ die theoretischen Werte berechnet:

	Neminar gemess.	Neminar berech.	Korrig. Berechn.
$o : o$	* $74^{\circ} 54' 30''$	—	—
$: z$	* $44 \quad 4 \quad 30$	—	—
$: y$	$26 \quad 23 \quad 10$	$26^{\circ} 26' 59''$	$25^{\circ} 49' 59''$
$d : y$	$45 \quad 28 \quad 0$	$45 \quad 17 \quad 45$	$45 \quad 36 \quad 19$
$: \varphi$	$25 \quad 40 \quad 0$	$24 \quad 25 \quad 48$	$27 \quad 3 \quad 3$
$y : \varphi$	$20 \quad 5 \quad 0$	$20 \quad 51 \quad 57$	$18 \quad 33 \quad 9$
$y : y$	$90 \quad 52 \quad 30$	$90 \quad 35 \quad 30$	$91 \quad 12 \quad 38$
$d : d$	$100 \quad 35 \quad 0$	$101 \quad 25 \quad 40$	$102 \quad 57 \quad 20$
$: d_1$	$16 \quad 43 \quad 50$	$17 \quad 2 \quad 20$	$16 \quad 49 \quad 5$
$d_1 : d_2$	$6 \quad 41 \quad 50$	$6 \quad 59 \quad 30$	$6 \quad 50 \quad 34$
$d : d_2$	$23 \quad 25 \quad 30$	$24 \quad 1 \quad 50$	$23 \quad 39 \quad 39$
$a : z$	—	$55 \quad 47 \quad 24$	$64 \quad 5 \quad 38$
$b : z$	—	$64 \quad 5 \quad 45$	$55 \quad 13 \quad 40$

Wenn wir die korrigierten Winkelgrößen mit denen des Barytes vergleichen, finden wir mit vollkommener Gewißheit, daß die von N e m i n a r gemessenen *Barytocölestinkristalle* mit typischen Barytkristallen identisch sind. Dann sind natürlich auch alle Folgerungen, die Neminar

auf Grund seiner Zahlen, über den Einfluß des Strontiumgehaltes auf die Kristallelemente des Barytes angeführt hatte, bedeutungslos.

Daß die von N e m i n a r gemessenen Kristalle dem Cölestine nicht angehörten, beweisen die Grundwerte, die beim Cölestin recht abweichend sind:

$$o : o = 75^{\circ} 46'$$

$$o : z = 45^{\circ} 22'$$

daraus

$$0.77692 : 1 : 1.28533^{29})$$

Im Gegensatze wurde der Winkel $d : d$, der beim Cölestin $= 101^{\circ}$, von N e m i n a r auf $100^{\circ} 57'$ gemessen; richtig berechnet $= 102^{\circ} 57' 20''$. Dieser von N e m i n a r gemessene Winkel wäre natürlich dem Cölestin näher, doch zwischen dem gemessenen und berechneten Werte besteht eine so große Differenz, daß man über die Richtigkeit der Messung Bedenken haben kann.

Auch N e m i n a r s spektroskopische Prüfung, durch welche er Strontium konstatiert haben will, ruft der zahlreichen Unrichtigkeiten der Arbeit wegen Zweifel hervor, und man kann daher mit Sicherheit annehmen, daß im Binnentale kein Barytocölestin gefunden wurde. N e m i n a r hat Baryt gemessen, und zwar von der Kombination (Haüy-Millersche-Stellung):

$$\begin{array}{l} c (001) \cdot m (110) \cdot d (102) \cdot l (104) \cdot w 106. \\ o (011) \cdot z (111) \cdot r (112) \cdot y (122). \end{array}$$

N e m i n a r s Angabe über Barytocölestin ist als vollkommen falsch aus der Literatur zu beseitigen.

Ich habe drei kleine, aber sehr gut entwickelte Kristalle gemessen, die einer „Barytocölestindruse“ von Imfeld entnommen wurden. Andere Kristalle derselben Druse wurden vom H. Doz. Dr. B. K u Ź m a quantitativ analysiert und ergaben:

Ba . . . . .	.58.54 %
Ca	0.16 %
So ₄ . . . . .	.41.22 %
Fe + Al	Spuren
	<hr/>
	99.92 %

Der sogenannte Barytocölestin von Imfeld ist also typisch reiner Baryt; dies bestätigt auch die spektroskopische Untersuchung, welche die H. H.

²⁹⁾ Nach den von A r z r u n i angeführten Messungen. (Zeit. f. Kryst. 25. 38—72.)

Prof. Dr. B. Brauner und Doz. Dr. B. Kuřma vorgenommen haben, welche ergab, daß die erwähnten Kriställchen *nur* Baryum und keine Spur von Strontium enthielten. Ich kann es nicht unterlassen, beiden Herren für die bereitwilligst ausgeführte Analyse meinen verbindlichen Dank auszusprechen.

Zu demselben Schluß führt auch die morphologische Untersuchung. Die gemessenen Kriställchen stimmen in ihrem Typus mit jenen Neminars und mit den brachyprismatischen Kristallen Trechmanns³⁰⁾ fast genau überein. Es sind Säulen, die domatisch oder pyramidal geendigt sind. (Fig. 3.) Ich habe die Hauy-Millersche Stellung gewählt. Die Kriställchen sind nach der Brachyachse verlängert; dominierend sind die Flächen der Form o (011), ganz untergeordnet sind die Formen c (001) und b (010). An zwei Kristallen ist das eine Paar der o -Flächen größer ausgebildet, wodurch die Kristalle einen dicktafeligen Habitus erhalten.

Insgesamt wurden folgende Formen beobachtet:

$$c \text{ (001), } b \text{ (010), } a \text{ (100), } m \text{ (110), } u \text{ (101), } d \text{ (102), } \\ l \text{ (104), } w \text{ (106), } z \text{ (111), } r \text{ (112), } f \text{ (113), } y \text{ (122).}$$

Die Form o (011) weist die größten und gut entwickelten Flächen auf; ähnlich sind auch die Flächen der Form z (111) an allen drei Kristallen gut ausgebildet. Die Form y (122) ist in der Kombination entweder nur durch zwei benachbarte, gut reflektierende Flächen vertreten, oder es ist auch das zweite Paar vorhanden, dann aber matt und unvollkommen ausgebildet. Auch folgende Formen sind ungleichmäßig entwickelt:

$$m \text{ (110), } d \text{ (102), } l \text{ (104), } w \text{ (106).}$$

Schlecht reflektierend oder gänzlich matt sind die immer sehr schmalen Pinakoide c (001), a (100), b (010), auch die Flächen u (101), r (112) und f (113) sind unvollkommen entwickelt.

In nachfolgender Tabelle sind die gemessenen und berechneten Winkel angeführt, welche recht gut übereinstimmen. Da das Material einer eingehenden chemischen, sowie morphologischen Untersuchung unterworfen und als beinahe reiner Baryt erkannt wurde, erscheint die Angabe des Achsenverhältnisses nicht überflüssig.

Aus:

$$o : z = (011) : (111) = 44^{\circ} 14'$$

$$o : o = (011) : (01\bar{1}) = 74^{\circ} 42'$$

folgt

$$0.8165 : 1 : 1.3103.$$

³⁰⁾ Zeit. f. Kryst. 44. Taf. XII. Fig. 6.

	Gemessen	Berechnet	<i>n</i>	Grenzwerte ³¹⁾
110 : <i>m</i> $\overline{110}$	78° 46'	78° 27' 50''	2	78° 27' — 78° 56'
: <i>u</i> 101	48 55	48 53 50	1	—
: <i>o</i> 011	59 13	59 49 0	1	—
: <i>z</i> 111	25 40	25 45 50	6	25 36 — 25 43
: <i>z</i> $\overline{111}$	79 28	79 37 30	1	—
: <i>r</i> 112	43 47	43 59 20	3	43 33 — 43 55
: <i>f</i> 113	55 13	55 22 10	3	—
011 : <i>o</i> $0\overline{11}$	*74 42	—	12	74 34 — 74 48
: <i>z</i> 111	*44 14	—	11	44 0 — 44 22
: <i>d</i> 102	61 51½	61 45 30	2	61 50 — 61 53
: <i>l</i> 104	55 47	55 44 0	1	—
: <i>z</i> $11\overline{1}$	79 3	79 6 0	2	Diff. = 0
: <i>f</i> 113	38 28	38 17 20	2	—
: <i>f</i> $\overline{113}$	77 44	77 40 20	1	—
: <i>y</i> 122	25 58	25 57 20	9	25 40 — 26 1
: <i>y</i> $12\overline{2}$	76 13	76 16 30	1	—
101 : <i>a</i> 100	31 38	31 55 40	5	—
102 : <i>a</i> 100	51 8	51 15 20	6	—
: <i>l</i> 104	16 49	16 53 0	6	16 47 — 16 58
: <i>w</i> 106	23 50	23 46 10	5	23 48 — 23 53
: <i>z</i> 111	39 5	39 8 30	3	39 2 — 39 6
: <i>y</i> 122	45 37	45 37 20	3	45 36 — 45 38
111 : <i>z</i> $\overline{111}$	69 19½	69 26 40	2	69 17 — 69 22
112 : <i>y</i> 122	18 13	18 33 30	2	18 10 — 18 16

³¹⁾ In der Rubrik „Grenzwerte“ sind die Maximal- und Minimalwerte der Winkel derjenigen Flächen angegeben, die solche Reflexe aufgewiesen haben, daß

Im Anschlusse an die Korrektur der Neminarschen Angaben wäre es auch angezeigt, der Frage näher zu treten, ob der „Barytocölestin“ als eine sicher konstatierte Mineralspecies überhaupt anzusehen sei. In meßbaren Kristallen wurde Barytocölestin niemals gefunden. Das Material für die Analysen, die mit sogenanntem „Barytocölestin“ ausgeführt wurden, war für eine kristallographische Untersuchung ungeeignet; es handelte sich gewöhnlich um körnige und stengelige Varietäten, bei denen eine mechanische Durchwachsung des Barytes und Cölestines nicht ausgeschlossen ist. So bemerkt Z e p h a r o v i c h ³²⁾ beim Barytocölestin vom Greiner in Tirol, daß die Verwitterung eher an ein mechanisches Verwachsen als an eine isomorphe Mischung hinzudeuten scheint. Wo die Mischungen der beiden Sulphate im kristallinen Zustande vorgekommen sind, dort war die eine, event. die andere Substanz so unzulänglich vertreten, daß von einem „Barytocölestin“ keine Rede sein kann. Öfters enthalten die Cölestine sowie auch die Baryte einen kleinen Calciumgehalt isomorph beigemischt,³³⁾ und die Forscher waren eifrig bemüht, diese Beimengungen mit den Winkeldifferenzen in Einklang zu bringen; doch konnte diese Frage bisher nicht gelöst werden.

Obzwar es nicht der Zweck dieser Arbeit ist, auf diese Probleme einzugehen, wäre es vielleicht nicht ohne Interesse einige Beispiele von Baryt und Cölestin anzuführen, die gleichzeitig analysiert und gemessen wurden.

In der nachfolgenden Tabelle werden: die Namen der Lokalitäten, das Parameterverhältnis,³⁴⁾ das Resultat der chemischen Prüfung und der Name des Autors angegeben.

ihr Signal zum sicheren Einstellen genügend scharf war. B a u m h a u e r und T r e c h m a n n (l. c.), denen reichlicheres Material des Binnentaler Barytes zur Disposition stand, beobachteten, dass sich die brachydiagonal verlängerten Kristalle weniger zum Messen eignen, da sie aus hypoparallel verwachsenen Individuen zusammengesetzt sind. Dadurch lassen sich auch die von mir gefundenen größeren Schwankungen erklären. Die obenerwähnten Autoren meinen, daß die abweichenden Resultate der Neminarschen Messungen auf solchem anomal entwickelten Materiale beruhen. Doch, wie oben angeführt wurde, sind dieselben durch Rechnungsfehler verursacht worden.

³²⁾ Sitzungsberichte der Wiener Akademie, LVII. I. Abth. 740—752.

³³⁾ Wie A r z r u n i bemerkt, ist übrigens nicht immer festgestellt worden, daß Ca in den Cölestinen isomorph den Sulphaten beigemischt ist; vielmehr kann angenommen werden, daß dasselbe nicht in der Form des Sulphates, sondern in der des Carbonates als mechanische Beimischung vorhanden ist.

³⁴⁾ Einzelne Angaben sind dem steigenden Werte a nach gereiht worden.

			A) Reiner Baryt:		
<i>Local.:</i>	<i>a:b:c</i>	<i>Chem. Ppt.: Result.:</i>	<i>Autor.</i>		
Krontal, Elsas	0.8146 : 1:1.3119	Spektrosk.	Valentin (Z. f. Kr. XV. 576).		
Waldshut	} 0.814616 : 1:1.312697 ³⁵⁾	Spektrosk.	Gräf (Z. f. Kr. XV. 376—386).		
Dobrin		Spektrosk.	Melczer (Z. f. Kr. XXX. 183).		
B) Baryt mit Spuren von Calcium:					
Oberschaffhausen	0.81509 : 1:1.30992	Mikroch.	Etwas Ca	Beckenkamp (Z. f. Kr. XIII. 25.)	
Imfeld	0.8165 : 1:1.3103	} Quantit. . 0.16% Ca } Spektr. . Rein v. Sr. }		Rosický	
C) Chemisch reiner Cölestin:					
Jähnde	0.779515 : 1:1.28118	Quant.	Rein	Babcock (N. Jhb. 1879. 835).	
Giershagen ³⁶⁾	0.77962 : 1:1.28533	Quant.	Rein	Arzruni & Thaddéeff (Z. f. Kr. XXV. 38).	
	} 0.78093 : 1:1.28324 }	Quant.	Rein	Arzruni & Thaddéeff	
Lüneburg		0.7803 : 1:1.2831	Quant.	Rein	Liweh (Z. f. Kr. XII. 439).
Leogang	0.78199 : 1:1.28380	Spektr.	Spuren v. Ca	Buchucker (Z. f. Kr. XIX. 153).	
Scharfenberg	0.78341 : 1:1.29618	Quant. u. spektr.	Rein	Stuber (Z. f. Kr. XIX. 437).	
Lüneburg	0.78781 : 1:1.2931	Spektr.	Rein	Hintze (Z. f. Kr. XI. 220).	

D) Cölestin mit Beimischungen:

Erien-See	. . . . .	0.76964	: 1: 1.25506	. . . . .	0.157% Ca	. . . . .	Arzruni (Z. d. d. g. G. XXIV. 484).
Michigan	. . . . .	0.7781	: 1: 1.2673	. . . . .	{ 0.46% CaO 1.29% BaO }		Kraus u. Hunt (Z. f. Kr. XLII. 1).
Buarcos	. . . . .	0.77894	: 1: 1.28398	. . . . .			Bärwald (Z. f. Kr. XII. 228).
Rüdersdorf	. . . . .	0.77895	: 1. 1.27530	. . . . .	0.44% CaO	. . . . .	Arzruni (l. c.)
Marienstein	. . . . .	0.77918	: 1: 1.2824	. . . . .	{ 1.16% BaO 1.58% CaO }		Sušćinskij (Z. f. Kr. XXXIV. 563).
Conil	. . . . .	0.78005	: 1: 1.28225	. . . . .			Bärwald (l. c.)
Leogang	. . . . .	0.78035	: 1: 1.28919	. . . . .	0.51% CaO	. . . . .	Bärwald (l. c.)
Sicilien	. . . . .	0.78035	: 1: 1.28236	. . . . .	„Ca reicher Typus“	. . . . .	Buchucker (l. c.)
Cap Elias	. . . . .	0.7814	: 1: 1.2822	. . . . .	0.472% Ca	. . . . .	Arzruni (l. c.)
Bristol	. . . . .	0.78165	: 1: 1.28468	. . . . .	Ba, Ca	. . . . .	Popoff (Ref. Z. f. Kr. XXXVII. 411).
Aust Ferry	. . . . .	0.78222	: 1: 1.28113	. . . . .	0.071% Ca	. . . . .	Arzruni (l. c.)
Mokkotam	. . . . .	0.78244	: 1: 1.28415	. . . . .	0.22% CaO	. . . . .	Bärwald (l. c.)
Pschow	. . . . .	0.78750	: 1: 1.28300	. . . . .	0.269% Ca	. . . . .	Arzruni (l. c.)
Hacienda	. . . . .	0.78924	: 1: 1.27904	. . . . .	0.247% Ca	. . . . .	Arzruni (l. c.)
	. . . . .			. . . . .	0.50% CaO	. . . . .	Bärwald (l. c.)

³⁵⁾ Parameter nach Miller; passen hier ganz genau zu den Messungen.
³⁶⁾ Orlovsky (Z. f. Kryst. 32. 302) entdeckte in dem sogenannten reinen Cölestine von Giershagen einen Ba-Gehalt.

In dieser Tabelle ist ersichtlich gemacht:

1. Die Menge der beigemischten Sulphate ist in den Baryten und Cölestinen nur sehr gering und in den meisten Fällen handelt es sich nur um das Calciumsulphat. Wo das Baryumsulphat in Cölestinen vorkommt, ist seine Menge so unbedeutend, daß man keine der Mischungen „Barytocölestin“ nennen kann. Man kann also mit voller Berechtigung den „Barytocölestin“ aus dem systematischen Verzeichnis streichen, solange seine Existenz durch gute Messungen und gleichzeitige Analysen nicht unbestritten festgestellt werden wird.

2. Die Schwankungen in den Parametern sind bei reinen Baryum- und Strontiumsulphaten sehr bedeutend. Wenn wir den reinen Baryten auch die Barytkristalle von Oberschaffhausen und Imfeld (ihre Beimischungen sind recht gering) zurechnen, dann schwankt das Achsenverhältnis:

$$\begin{array}{l} a \text{ von } 0.8146 \text{ bis } 0.8165 \\ c \text{ von } 1.3103 \text{ bis } 1.3127 \end{array}$$

Beim reinen Cölestin:

$$\begin{array}{l} a \text{ von } 0.7795 \text{ bis } 0.7878 \\ c \text{ von } 1.2812 \text{ bis } 1.2962 \end{array}$$

Wie aus dieser Übersicht deutlich hervorgeht, sind die Differenzen in den Parametern bei chemisch reinem Cölestine beinahe so groß, als dieselben bei den verunreinigten Cölestinen. Bei dem Baryte scheint der Calciumgehalt eine Vergrößerung von a und Verkürzung von c zu verursachen; doch ist diese Erscheinung infolge Mangels an gut gemessenen und analysierten Barytkristallen sicher als eine zufällige zu betrachten. Es ist recht unwahrscheinlich, daß die Calciumspuren verhältnismäßig so große Schwankungen im Achsenverhältnisse zur Folge hätten. Bei den Cölestinen kann man gar keine Regelmäßigkeit in der Wirkung des Baryums, resp. Calciums wahrnehmen.

3. Es ist kein Zusammenhang zwischen den Schwankungen von a und c zu bemerken.

Aus diesen Gründen kann man sicher annehmen, daß der Einfluß der isomorphen Beimischungen auf die Elemente der Kristalle im Vergleiche mit dem Einflusse der äußeren Kräfte, welche störend auf die sich bildenden Kristalle wirkten, gering ist. Zu dieser Schlußfolgerung sind auch Arzruni und Thaddeeff (l. c.) gekommen.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Meinung ist nicht wenig durch die bedeutenden Schwankungen in den Winkeln an den Kristallen einer und derselben Druse, die gewiß auch dieselbe chemische Zusammensetzung

haben,³⁷⁾ gesteigert. Es ist natürlich, daß eben bei den Kristallen, die in einer Druse stark verwachsen sind, der störende Einfluß der Molekularkräfte der benachbarten Individuen am meisten zum Ausdrucke gelangt.

3. Vivianit von Valdic in Böhmen.

Der Vivianit, der zwar in Böhmen ein häufig vorkommendes Mineral ist, ist doch in deutlich entwickelten Kristallen nur von fünf Lokalitäten bekannt. Zum erstenmale wurde ein kristallisierter Vivianit von Reuss³⁸⁾ aus den permischen Brandschiefern von Starkenbach im nordöstlichen Böhmen beschrieben. Er war an den Schieferflächen in Form von grau-blauen, bis grünblauen Kristallen aufgewachsen, welche die Formen: (110), ($\bar{1}11$), (100), (010) aufwiesen; auch rechtwinkelige Durchkreuzungszwillinge zweier Individuen führt Reuss an. Den Ursprung dieses Vivianites sieht Reuss in organischen Überresten, die so häufig und reichlich in den Brandschiefern vorkommen.

Als zweiten Fundort bezeichnet Reuss Ober-Langenau³⁹⁾ unweit von Hohenelbe, wo Vivianit unter ähnlichen Umständen wie bei Starkenbach gefunden wurde und von Glimmerblättchen und Pyritkörnern begleitet ist. Die Kombinationen der Kristalle beider Lokalitäten sind gleich.

Interessant ist der Fund von Vivianitkristallen von Bohutin bei Příbram,⁴⁰⁾ wo Kriställchen auf Zähnen eines Pferdekiefers aufgewachsen gefunden wurden; sie zeigen die Kombination (111) . (110) . (101) . (010) . (100). Reuss führt weder die gemessenen noch die berechneten Werte an.

E. Bořický⁴¹⁾ erwähnt winzige Vivianitkriställchen aus Rissen tonigen Limonites von St. Benigna an.

Endlich führt auch F. Katzer⁴²⁾ kristallisierten Vivianit vom Dorfe Kloub bei Protivín aus Pegmatitrissen an. Die Kristalle sind teils dünn und bis $\frac{1}{2}$ cm lang, teils sehr lang und bis 2 cm breit; sie sind hellgraugrün gefärbt und tafelförmig nach (100), am Lichte werden sie blau. Nach Katzer ist die Kombination dieses Vivianites a (100), herrschende Form; b (010), m (110), y (310), z (112), v ($\bar{1}11$). Wohl irrig wird die gute Spaltbarkeit nach $a = (100)$ angegeben, wie bekannt, ist der Vivianit nach der Symmetrieebene b (010) sehr gut spaltbar. Den Ursprung

³⁷⁾ Grunberg: Übersicht über die Geschichte des Cölestins etc. Inauguraldissertation, Breslau. 1892, pag. 38.

³⁸⁾ Neues Vorkommen des Vivianites in Böhmen. Lotos IV., 1854, 276—277.

³⁹⁾ Über Koprolithen im Rothliegenden Böhmens. Sitzungsber. d. Wiener Akad. XVIII., 125.

⁴⁰⁾ Reuss: Das interessante Vorkommen von Vivianit. Lotos XI., 1861., 2.

⁴¹⁾ Verzeichniss der in dem Schichtencomplexe der silurischen Eisensteinlager Böhmens vorkommenden Minerale. Lotos 1871, XXI., 184.

⁴²⁾ Beiträge zur Mineralogie Böhmens. Tsch. M.-p. Mit. XVI., 1897, 509—513

dieser Kristalle sucht K a t z e r in der chemischen Wirkung der von oben eingesickerten organischen Lösungen auf die Pegmatitbestandteile.

In der mineralogischen Sammlung der k. k. böhmischen Universität in Prag befinden sich einige Brandschieferstücke von Valdic bei Starkenbach, auf denen sternförmig gruppierte bis 10 mm lange Vivianitkristalle mit der b -Fläche aufgewachsen sind. Sie sind durchwegs nach der c -Axe verlängert, die dominierende Form b (010) verleiht ihnen einen dicktafeligen Charakter, kristallographisch begrenzt sind sie nur in der Vertikalzone und an dem nach außen gewendeten Pole der Vertikalachse, nach innen keilförmig verengt.

An fünf gemessenen Kristallen habe ich folgende Formen sicher gestellt:

$$a (100), b (010), m (110), x (111), v (\bar{1}11), r (\bar{1}12), * \lambda (\bar{3}26).$$

Selten ist eine Form vollflächig entwickelt; die b -Fläche ist gewöhnlich nur auf der Unterseite ausgebildet, seltener auch die m - resp. x - und λ -Flächen.

Das Pinakoid b (010) ist gewöhnlich matt, seine Spaltfläche sehr glatt und perlmutterglänzend, zuweilen gekrümmt.

a (100) wurde auf einem Kristalle als einzige, unvollkommene Fläche beobachtet.

m (110) hat immer schmale, unvollkommene, schwach reflektierende Flächen.

x (111) wurde an zwei Kristallen mit ziemlich breiten und gut reflektierenden Flächen vorgefunden.

v ($\bar{1}11$) ist an allen gemessenen Kriställchen als mehr oder minder breite, jedoch nur zweimal gut reflektierende Fläche entwickelt beobachtet worden, ab und zu ist sie parallel der Kante $v : b$ gerieft, oder in der Richtung derselben Kante gekrümmt.

r ($\bar{1}12$) war als schmale aber gute Fläche an drei Kristallen vorhanden.

λ ($\bar{3}26$) für den Vivianit neu, wurde an zwei Kristallen als schmale, schwach schimmernde Facette, in der Zone $[r b]$ konstatiert.

Fig. 4. stellt den Kristalltypus vor; Fig. 5 ist das Kopfbild mit der neuen Pyramide.

Die theoretischen Werte wurden aus den Kristallelementen von G. v. R a t h berechnet:

$$a : b : c = 0.7498 : 1 : 0.7017.$$

$$\beta = 104^{\circ} 26'$$

	Gemessen	Berechnet	<i>n</i>
(110) : (010)	53° 45'	54° 1' 0''	10
($\bar{1}10$) : ($\bar{1}11$)	45 40	45 43 40	3
($\bar{1}11$) : (010)	60 12	60 12 40	10
: ($\bar{1}12$)	23 11	23 14 10	2
(111) : (010)	66 4	66 3 30	4
: ($\bar{1}12$)	58 52	58 49 40	2
($\bar{1}12$) : (010)	71 9	71 6 20	6
: ($\bar{1}\bar{1}1$)	75 13	75 16 50	1
($\bar{3}26$) : (010)	77 32	77 8 50	3

Das spez. Gewicht wurde in Thouletscher Lösung = 2.678 bestimmt. Um diesen Wert vergleichen zu können, wurde auch das spez. Gewicht des Cornwaller Vivianites ermittelt und = 2.686 befunden. (K a t z e r ⁴³) führt das spez. Gewicht des kristallisierten wasserärmeren Vivianites von Kloub als 2.587, des erdigen, an Wasser reicheren Vivianites als 2.658 an.)

Der Vivianit von Valdic ist im auffallenden Lichte dunkel blau, im durchfallenden graulich grün, an den Rändern sind die Kristalle öfters etwas bräunlich gelb gefärbt.

Der Pleochroismus aller untersuchten Kristalle ist schwach, in dünneren Blättern kaum bemerkbar.

Die Auslöschung auf der Spaltfläche findet unter 30½° zur Vertikalrichtung im stumpfen Winkel *ac* statt,⁴⁴) dies ist die Richtung der *spitzen* Bisektrix *c*.

Zwischen gekreuzten Nicols kann man auf der *b*-Fläche eine intensive Doppelbrechung und mehr oder weniger zahlreiche Zwillingslamellen beobachten. Dieselben liegen in der Zone der negativen Orthodomen und ihre Senkrechte schließt mit der Vertikalachse einen Winkel von *ca* 59½° ein, also mit der Basis etwa 45° 4'.⁴⁵) Dieser Winkel entspricht der Neigung des Orthodomas (302), nach dem also die Lamellen orientiert zu sein scheinen.⁴⁶)

Beim Einschließen eines von Zwillingslamellen durchsetzten Kristalles in Canada-Balsam wurde bemerkt, daß die Lamellen infolge stärkeren Erhitzens vollständig verschwunden waren. Diese Erscheinung wurde

⁴³) l. c.

⁴⁴) Césaro (ref. Z. f. Kryst. 13. 430) hatte 28° von der Vertikalrichtung gemessen.

⁴⁵) Mikroskopisch gemessen.

⁴⁶) (302) : (001) = 45° 12' (berechnet).

hierauf im Polarisationsmikroskop bei langsamer Erhitzung im Luftbade verfolgt ⁴⁷⁾ und die Temperatur durch ein Thermoelement bestimmt. Bei etwa 105° C begannen vorher scharf ausgebildete Lamellen schwächer zu werden, bei 120° C löschte das Vivianitblättchen ganz einheitlich aus. Seine leicht grünlich bläuliche Farbe ist bräunlich geworden. Bei einer höheren Temperatur als 120° begann sich das Blättchen zu trüben.

Senkrecht auf die Fläche b (010) ist die Achsenebene sowie die stumpfe Bisektrix orientiert. Die Brechungsexponenten wurden an einer Spaltfläche mit dem Pulfrich-Abbeschen Refraktometer bestimmt. Die Grenzen der totalen Reflexion waren nicht immer scharf genug, was teils durch geringe Absorption, teils durch Zwillingslamellen verursacht werden konnte.

Es wurde gefunden (für Na -Licht):

$$\begin{array}{ll} \alpha = 1.5809 & \gamma - \alpha = 0.0552 \\ \beta = 1.6038 & \gamma - \beta = 0.0323 \\ \gamma = 1.6361 & \beta - \alpha = 0.0229 \end{array}$$

Der Achsenwinkel wurde in einer Spaltplatte in Monobromnaphthalin ($n = 1.6552$) bestimmt. Als scheinbarer Achsenwinkel wurde

$$2 H_{Na} = 102^{\circ} 11'$$

gemessen und daraus

$$2 V_{O_{Na}} = 106^{\circ} 52' 40'', \quad 2 V_{a_{Na}} = 73^{\circ} 7' 20''$$

berechnet.

Des Cloiseaux gibt für Vivianit $2 V_{a_{Na}} = 73^{\circ} 10'$ ⁴⁸⁾ an, was dem obenangeführten Werte sehr nahe steht. Die b -Achse ist also die Richtung der stumpfen Bisektrix α ; das Mineral ist optisch positiv. ⁴⁹⁾

Zu Vergleichung wurden dieselben Werte mit einem breiten Spaltblättchen des Vivianites von Cornwall wiederholt und gefunden (für Na -Licht):

$$\begin{array}{ll} \alpha = 1.5818 & \gamma - \alpha = 0.0342 \\ \beta = 1.6012 & \gamma - \beta = 0.0348 \\ \gamma = 1.6360 & \beta - \alpha = 0.0194 \end{array}$$

Die optischen Eigenschaften des Vivianites wurden von Des Cloiseaux und in letzter Zeit auch von P. G a u b e r t ⁵⁰⁾ ermittelt. Die von ihnen gemessenen Werte (für Na -Licht) sind folgende:

⁴⁷⁾ Dieses wurde im mineralogischen Institute der Universität in München mit gefälliger Erlaubnis des H. Geheimrates Dr. P. v. Groth vorgenommen.

⁴⁸⁾ Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux. 1867. 185—187.

⁴⁹⁾ Im Lehrbuche vom Naumann-Zirkel steht irrtümlich: „Spitze Bisektrix die Orthodiagonale“.

⁵⁰⁾ Sur des cristaux de vivianite etc. Bullet. de la société française de Mineral. XXVII., 1904, 312—316.

Des Cloizeaux:

Gaubert:

Viv. von Guatemala: Viv. von Crausac:

α	—	1.5768	1.5766
β	1.592	1.6052	1.6050
γ	—	1.6268	1.6267
$\gamma - \alpha$	—	0.0500	0.0501

Die Werte α und γ , die ich am böhmischen und Cornwaller Vivianite feststellen konnte, sind etwas größer, β kleiner als diese Größen bei Gaubert, bei Des Cloizeaux ist letzterer Wert kleiner.

Den Achsenwinkel des Cornwaller Vivianites habe ich (im Monobromnaphthalin $n = 1.6544$) ermittelt:

$$2 H_{Na} = 101^{\circ} 21'$$

woraus:

$$2 V_{O_{Na}} = 106^{\circ} 5',$$

$$2 V_{a_{Na}} = 73.55'.$$

Wenn wir aus den Brechungsindices den wahren Achsenwinkel berechnen, bekommen wir:

$$2 V_a = 75^{\circ} 9'$$

$$2 V_o = 104^{\circ} 42'$$

was mit den obenangeführten Werten ziemlich gut übereinstimmt.

4. Goethit von Příbram.

Über den Goethit aus Böhmen wurde öfters geschrieben und insbesondere erfreute sich die schöne, Sammtblende genannte Varietät der Erzgänge von Příbram besonderer Aufmerksamkeit. Über Goethitkristalle, die mit strahligem Goethit auf dem Johannesgange vorkommen, berichtet F. X. Zippel.⁵¹⁾ Später beschrieb A. E. Reuss⁵²⁾ hübsch entwickelte, breit nadelige Goethitkristalle aus der Annagrube in Příbram; diese wiesen folgende Kombinationen auf:

(111) . (011) . (101) . (110) . (120) . (010) . Derselbe beschrieb auch Kristalle vom Ševčiner Gange in Drkolnov, die von: $(\overline{111})$. (124) . (011) . (110) . (120) . (010) begrenzt sind, doch hatte Reuss seine Angaben nicht durch Winkelmessungen gestützt.

⁵¹⁾ Die Mineralien Böhmens etc. Verhandl. d. Gesellsch. d. vaterl. Mus. Prag. 1839. V. Abth. 51.

⁵²⁾ Neue Mineralvorkommnisse in Böhmen. Lotos VII., 1857. 4. Sitzb. W. Akad. XLVII. 1863. 47.

R e u s s nimmt an, daß die Příbramer Goethite durch Umwandlung eisenreicher Minerale, des Pyrites, des Eisenspates, hervorgegangen sind.

F. B a b á n e k,⁵³⁾ der ähnlich wie R e u s s eine Reihe von Beispielen der Paragenesis der Příbramer Erzgänge behandelt, stimmt in Betreff der Entstehung des Goethit mit R e u s s überein, doch erwähnt er zugleich, daß man Pyrit, Goethit und Lillit auch von einander getrennt finden kann.

Auf drei Příbramer Gangstücken des Museums des Königreiches Böhmen befinden sich hübsche Drusen nadelförmiger Kristalle, von denen ich einige gemessen habe. Sie sind beinahe schwarz gefärbt, in dünnen Splittern tiefrot durchscheinend und sehr stark glänzend.

Eine der Proben besteht aus dichtem Pyrrhosiderit, der von radialstengeligen Partien desselben Minerals in Streifen und Nestern durchsetzt und vom farblosen oder rosafarbigem Calcit begleitet wird. In zahlreiche Hohlräume ragen von den Seiten nadelförmige Goethitkriställchen und winzige rosafarbige Kalkspat — $\frac{1}{2}$ R. hinein. Die hübsch entwickelten Goethitkriställchen sind auf dieser Stufe nur wenige *mm* lang und einige Zehntel *mm* breit.

Auf der zweiten Stufe übergeht die Schichte strahligen Goethites in frei ausgebildete, bis 10 *mm* lange, nadelige Kristalle, die teilweise bunt angelaufen sind. Ihre Kombination ist dieselbe wie die der Kristalle der ersten Stufe, jedoch sind ihre Flächen minder gut ausgebildet. Älter als die Goethitkristalle sind jene farblosen Quarzes, auf denen man hie und da Goethitnadelchen sitzend finden kann. Winzige, halbkugelige Aggregate von radialstrahliger Struktur und dunkelbrauner Farbe gehören sicher auch dem Goethit an; solche halbkugelige Bildungen gruppieren sich in linsenförmige Gebilde, die zweifellos eine Pseudomorphose vorstellen.

Auf der dritten Stufe ist endlich der stengelige und in den Hohlräumen frei auskristallisierte Goethit vom körnigen oder auch in Kristallen ausgebildeten Kalkspate und Pyrit begleitet.

Der Kristallhabitus aller dieser drei Stufen des Příbramer Goethites ist ausnahmslos dünnsäulig bis nadelig. Insgesamt wurden folgende Formen beobachtet:

b (010), m (110), d (210), $*n$ (130), e (011), u (101), p (111).

In der Vertikalzone sind gewöhnlich die Flächen der Form d (210) die breitesten, seltener sind sie im Gleichgewichte mit b (010) oder m (110). Die d - und b -Flächen sind oft durch Vizinalflächen ersetzt, die manchmal gute Signale liefern, aber gegeneinander bis über 30° geneigt sind. Die b - und r -Flächen sind öfters schmal und matt, deshalb bieten sie auch

⁵³⁾ Tsch. Min.-p. Mitth. 1875, 80—82.

schwache Reflexe. Das für Goethit neue Prisma n (130) ist sehr schmal und reflektiert schwach, es wurde mit vier Flächen an zwei Kristallen sichergestellt, die Ablesung erfolgte mit der Loupe, wodurch die verhältnismäßig große Differenz zwischen den berechneten und gemessenen Werten zu erklären ist.⁵⁴⁾

Die Endigung der Säulen bilden sehr einfache Formen: u (101), p (111), e (011), wobei u an den beiden ersten Stufen dominiert oder mit p (111) im Gleichgewicht ausgebildet ist.

Die Kristalle der dritten Stufe sind pyramidal geendigt und haben auch das Brachydoma e (011) ausgebildet.

Das Makrodoma (101) ist parallel der Kante $b : u$ gerieft. Die Grundpyramide p (111) zeigt ungleichmäßige Flächenentwicklung; an einem Pole der b -Achse sind die Flächen größer und glatter als auf dem entgegengesetzten, wo sie gewöhnlich nur mit der Loupe eingestellt werden konnten.

In Fig. 6. ist die Kombination:

$$b \text{ (010), } m \text{ (110), } d \text{ (210), } n \text{ (130), } u \text{ (101), } p \text{ (111)}$$

gezeichnet.

Zur Berechnung des Achsenverhältnisses

$$a : b : c = 0.92413 : 1 : 0.60512$$

wurden folgende Grundwerte benützt:

$$\begin{aligned} 210 : 010 &= 65^{\circ} 12' \\ 101 : 111 &= 26^{\circ} 51' \end{aligned}$$

	Gemessen	Berechnet	n
(110) : (010)	47° 3'	47° 15 ¹ / ₂ '	7
(210) : (010)	*65 12	—	24
: (101)	60 24	60 10 ⁵ / ₆	2
: (111)	50 34	50 43 ¹ / ₆	2
(130) : (010)	19 0	19 52 ² / ₃	8
(101) : ($\overline{1}$ 01)	66 28	66 26	3
: (111)	*26 51	—	10
(011) : (111)	29 10	29 15 ¹ / ₂	2

⁵⁴⁾ Die gemessenen Winkel schwanken zwischen 17° 57'—20° 25'.

5. Hessit von Botés in Siebenbürgen.

Hessit oder Tellur-Silber, Ag_2Te kristallisiert in kubischen Kombinationen, die oft so verzerrt sind, daß sie früher für rhomboedrisch (H e s s und S u c h o w), dann rhombisch (K e n n g o t t und P e t e r s) und schließlich auch für triklin (B e c k e) gehalten wurden. F r. B e c k e ⁵⁵⁾ untersuchte Hessitkristalle von Botés in Siebenbürgen, an welchen er drei Typen unterscheidet:

I. Den isometrischen Typus, bei welchem h (100), d (110) und o (111) beinahe im Gleichgewichte sind und den Kombinationen den Habitus verleihen. Die Flächen von p (221) und q (331) sind kleiner und die Flächen von r (112), s (113), t (223), e (102) und f (103) kommen nur untergeordnet vor.

II. Der zweite Typus zeigt nach der Würfelkante langgestreckte Kristalle, die an den Enden durch (hhl) geschlossen sind.

III. Typus enthält die bestentwickelten Kristalle, die aber durch Verlängerung nach der Kante (110) : (111) ein vollkommen unsymmetrisches Aussehen erlangen. Mit den Kristallen des III. Typus kommen auch knieartig gebrochene Kristalle vor, deren Bildung in der Änderung der Wachstumsrichtung zu suchen ist. Da jedoch solche Richtungsveränderungen nicht in allen, im kubischen Systeme gleichwertigen Richtungen stattfinden, und da auch die gemessenen und nach der kubischen Symmetrie berechneten Werte bedeutendere Differenzen aufweisen, erklärte B e c k e die Hessit-Kristalle für triklin ⁵⁶⁾ mit den Elementen:

$$1.0244 : 1 : 1.0269$$

$$\alpha = 90^\circ 48' 8'', \beta = 90^\circ 12.6', \gamma = 90^\circ 18.2'.$$

P. v. G r o t h ⁵⁷⁾ stimmt nicht mit der Annahme B e c k e's überein, indem er an die Unmöglichkeit einer exakten Messung auf dem ungenügend entwickelten Materiale hinweist, sondern er nimmt für den Hessit, eine mit Argentit isomorphe Verbindung, die kubische Symmetrie an.⁵⁸⁾

Der von mir gemessene Hessitkristall von Botés hatte etwa 3 mm im Durchmesser und war ziemlich flächenreich; die Flächen jedoch schwach glänzend bis ziemlich matt. Dieser Kristall stammt von einer Druse tafelig gestreckter und gerundeter Kristalle, die auf kristallisiertem Quarz sitzen und von jüngerem Gold begleitet sind. Eine zweite an Hessit reiche Stufe zeigt neben Quarz auch Blende als Unterlage, auf der dritten Stufe

⁵⁵⁾ Über den Hessit (Tellursilberglanz) von Botés in Siebenbürgen. Tsch. Min.-p. Mitth. III., 1881, 301—314.

⁵⁶⁾ K r e n n e r hat schon früher die Hessitkristalle von Botés für regulär gehalten.

⁵⁷⁾ Z. f. Kryst. 6., 206.

⁵⁸⁾ Auch C h. P a l a c h i (Z. f. Krystall. 34., 547) beschreibt die Hessitkristalle von Boulder Co in Colorado als regulär.

überdeckt feinkristallisirter jüngerer Quarz die Hessitkristalle. Der oben erwähnte Hessitkristall war von allen drei Drusen der einzige, der zur Messung geeignet war, sein Habitus ist isometrisch, aber vom I. Typus Beckes insoweit verschieden, daß die Formen (110) und (111) nur mit einigen Flächen stärker entwickelt sind, während vereinzelte Flächen der Formen f (310), p (221), m (311) breit ausgebildet erscheinen. Selbst die bestentwickelten Flächen reflektierten nur undeutliche Signale, in den meisten Fällen mußten Loupenablesungen vorgenommen werden.

Fig. 7 stellt den oberen Kristallpol auf (001) projiziert dar, die Form m (311) tritt auf dem unteren Pole mit größeren Flächen auf.

Mit einem so unzureichenden Materiale war es unmöglich irgend welche Konklusionen über den Symmetriegrad der Kristalle zu machen. Die Differenzen der gemessenen Neigungen der korrespondierenden Flächen waren größer als diejenigen zwischen den regulär und triklin nach Becke berechneten Werten.

In der nachfolgenden Tabelle sind die theoretischen Werte der kubischen Symmetrie entsprechend berechnet, die gemessenen Neigungen Durchschnittszahlen der einzelnen Messungen.

Es wurden folgende Formen beobachtet:

h (100), d (110), e (210), f (310), o (111), z (322), m (311), p (221),
 $*r$ (441), $*s$ (552)).

Die Formen r und s sind für den Hessit neu, jede von ihnen war auf dem Kriställchen nur durch eine einzige Fläche vertreten, die schmal und matt war, aber durch ihre Lage in der Zone $d : o$ und die mit der Theorie gut übereinstimmende Winkel gesichert.

	Gemessen	Berechnet	n
100 : 001	90° 29'	90° 0' —	2
: 010	89 59	90 0 —	1
110 : 100	44 44	45 0 —	7
: 221	19 23	19 25 $\frac{1}{2}$	21
: 441	10 9	10 1 $\frac{1}{2}$	1
: 552	16 0	15 47 $\frac{1}{2}$	1
: 311	31 28	31 29 —	2
011 : 310	77 12	77 4 $\frac{2}{3}$	2
210 : 100	26 43	26 34 —	7
310 : 100	18 33	18 26 —	7
: 221	32 26	32 30 $\frac{5}{6}$	2
: 301	26 3	25 50 $\frac{1}{2}$	3

	Gemessen	Berechnet	<i>n</i>
301 : 111	42° 47'	43° 5' $\frac{1}{3}$	3
013 : $\bar{2}12$	42 32	42 27 —	1
111 : 100	54 35	54 44 —	12
: $\bar{1}11$	70 31	70 31 $\frac{3}{4}$	5
: $\bar{2}\bar{1}1$	62 7	61 52 $\frac{1}{2}$	1
112 : 001	34 53	35 16 —	2
113 : 001	25 28	25 16 $\frac{1}{3}$	2
: 122	25 24	25 14 $\frac{1}{3}$	1
221 : $\bar{2}\bar{1}2$	116 57	116 23 $\frac{1}{6}$	1
: 212	27 55	27 16 —	2
223 : 001	42 53	43 18 $\frac{5}{6}$	1

6. Chalkanthit von Zaječar in Serbien.

Herr Hofrat Prof. K. V r b a erhielt vom H. Z. R a u š a r einige Chalkanthitstücke, die aus den Kupfergruben vom Dorfe Bor, das 30 *km* n. w. von Zaječar im Timoker Kreise liegt, stammen. In letzter Zeit hatte von derselben Lokalität S t e v a n o v i č ⁵⁹⁾ kristallisierten Covellin beschrieben.

Der Chalkanthit der erwähnten Stufen ist tief blau, teils faserig, teils körnig und an der Oberfläche kristallisiert. Die tafeligen Kristalle haben dieselbe Farbe wie die faserige Varietät und erreichen 1—2 *mm* Länge. Das spez. Gewicht ist fast dasselbe, wie jenes des künstlichen chemisch reinen Chalkanthit (2.284 nach T h o r p e und W a t t s), nämlich 2.282 (bestimmt mittelst der Schwebemethode im Acetylentetrabromid).

Für die Kristalle wurde B a r k e r s Stellung angenommen.⁶⁰⁾

Es konnten folgende Formen sichergestellt werden:

a (100), *b* (010), *m* (110), *ρ* ($\bar{1}\bar{1}0$), *λ* ($\bar{1}\bar{2}0$), **p* (140), **o* ($\bar{1}\bar{1}1$), *ω* ($\bar{1}\bar{1}1$), **φ* ($\bar{1}01$),
q (011), *κ* ($0\bar{1}1$), *t* (021), *ψ* ($\bar{1}\bar{3}1$), *σ* ($\bar{1}\bar{2}1$), *ξ* ($\bar{1}21$), *ζ* ($\bar{1}31$).

Von diesen Formen sind vorgefunden worden: *p* (140) an zwei Kristallen mit vier Flächen, von denen zwei gut reflektierten. *o'* ($\bar{1}\bar{1}1$) an

⁵⁹⁾ Z. f. Kryst. 44. 349.

⁶⁰⁾ Groth, Physikal. Kristallographie 1905, p. 349. Die Ergebnisse seiner Messungen werden im II. Teile Groths „Chemischen Kristallographie“ angeführt werden, den Korrekturbogen hat mir der Herr Verfasser mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit zur Disposition gestellt.

zwei Kristallen als sehr schmale schlecht reflektierende Fläche. Ebenfalls, schmal sind die Flächen von φ ($\bar{1}01$), welche an drei Kristallen mit fünf teils gut spiegelnden Flächen entwickelt war.

Fig. 8 stellt den Kristalltypus des Zajčær Chalkanthites dar. ω ($\bar{1}11$) ist ausgedehnt, nach der Kante $\omega : b$ verlängert und bedingt den tafeligen Habitus der Kristalle. In der Zone $\omega : b$ ist noch ξ durch größere Flächen vertreten, in der vertikalen Zone die Form μ . Die übrigen Formen sind schmal, zuweilen kaum die Kanten abstumpfend. Es sind eingezeichnet: $a . b . m . \mu . \lambda . p . o' . \omega . q . t . k . \varphi . \sigma . \xi . \zeta . \psi$.

Es wurden 6 Kristalle gemessen und die von B a r k e r gefundenen Elemente:

$$a : b : c = 0.5721 : 1 : 0.5554.$$
$$\alpha = 82^{\circ} 5', \beta = 107^{\circ} 8', \gamma = 102^{\circ} 41'$$

der Rechnung zu Grunde gelegt.

	Gemessen	Berechnet	<i>n</i>
(100) : (010)	79° 36'	79° 6'	2
: (110)	26 4	26 7	3
: ($\bar{1}10$)	30 51	31 9	1
: ($\bar{1}20$)	53 47	53 50	2
: (140)	56 50	56 48	4
(010) : ($\bar{1}11$)	76 20	76 32½	15
: ($12\bar{1}$)	40 56	40 49	6
: ($\bar{1}31$)	40 21	40 31	6
: ($\bar{1}21$)	54 38	54 49	10
(100) : (011)	69 43	69 59	1
($\bar{1}00$) : ($\bar{1}11$)	59 34	59 29½	3
(110) : (021)	53 34	53 31	1
: ($1\bar{1}\bar{1}$)	72 4	72 2	2
($\bar{1}\bar{1}0$) : (011)	84 10	84 1	2
: ($1\bar{1}\bar{1}$)	52 23	52 35	8
: ($12\bar{1}$)	50 0	50 2	6
(120) : ($1\bar{1}\bar{1}$)	54 54	55 8	2
: ($0\bar{1}1$)	57 9	57 5	1
: ($1\bar{3}1$)	26 38	26 40	1
($\bar{1}01$) : ($\bar{1}11$)	26 10	26 13	5
($1\bar{1}0$) : ($\bar{1}11$)	35 31	35 33	2

Herrn Dr. J. Š t ě r b a verdanke ich eine Analyse der faserigen Varietät, die neben Kupfer sehr viel Eisen ergab. Die zur Untersuchung verwendete Probe scheint etwas verunreinigt gewesen zu sein, weshalb ich vorläufig von der Veröffentlichung derselben absehe.

7. Scheelit von Příbram in Böhmen.

A. H o f m a n n's ⁶¹⁾ Mitteilungen zufolge kommt Scheelit bei Příbram an zwei Stellen vor; doch sind nähere Angaben über den Fundpunkt unmöglich. In der Paragenese tritt teils Siderit, Tetraëdrit und Calcit, auch Löllingit, Boulangerit, Stannin, Quarz, Apatit, Chalkopyrit, Arsenopyrit, Uraninit, und Bismutit auf. Aus dem Vorkommen des Scheelites und seiner Paragenese schließt H o f m a n n auf die Verwandtschaft der Příbramer Silber- und der Zinnerzgänge, die genetisch auf die Nähe der Granitgesteine gebunden sind.

Die von mir gemessenen Scheelitkristalle erreichten etwa 2 *mm* Größe, sind gelblich gefärbt und besitzen starken Diamantglanz. Die Hauptform, mit beinahe immer gekrümmten und geknickten Flächen ist *e* (101); ihre Reflexe sind oft sehr unsicher und die Winkeldifferenzen erreichen an verschiedenen Teilen dieser Flächen bis 4°. Derartige ungenaue Ableesungen wurden in die Tabelle nicht aufgenommen.

Klein ausgebildet sind folgende Formen vorgefunden worden:

$$p \ (111), \ h \ (313), \ s \ (311).$$

Es wurden 2 Kristalle und 2 Bruchstücke größerer Individuen goniometrisch untersucht. Die scheinbar holoëdrischen Kristalle sind Zwillinge, wobei *h* ⁶²⁾ scheinbar vollflächig erscheint, manchmal aber auch einspringende Winkel bildet.

In der nachstehenden Tabelle sind die Mittelwerte mit den berechneten Neigungen der Flächennormalen verglichen; der Rechnung wurde das von Dana ⁶³⁾ angeführte Achsenverhältnis

$$a : c = 1 : 1.1.5356$$

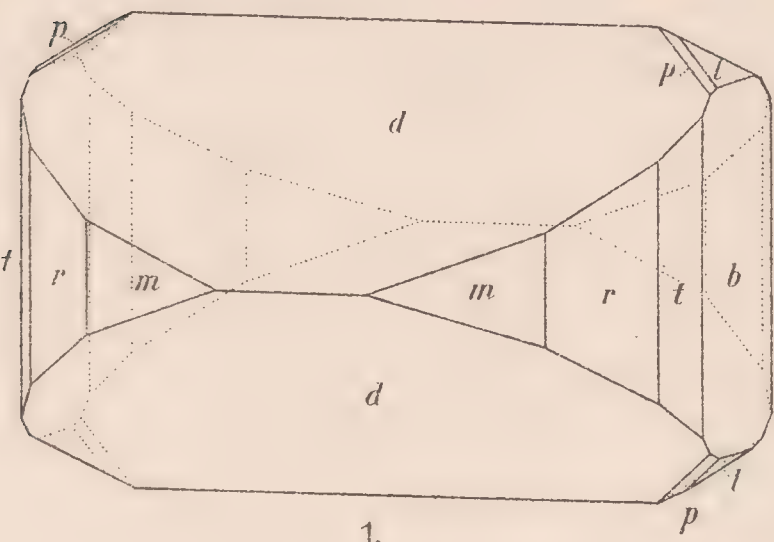
zu Grunde gelegt.

⁶¹⁾ Österr. Z. f. B. u. H. 1906, 119—122.

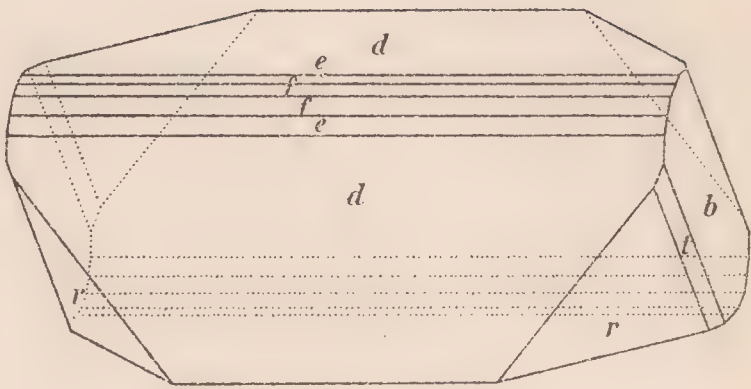
⁶²⁾ M. Bauer (Krystallogr. Untersuchung des Scheelits. Württemberg. naturwissensch. Jahreshefte. 1871, 24—25) führt an, dass am Scheelit vom Riesengrund auch an einfachen Individuen *h* scheinbar holoëdrisch vorkommt; doch sind seiner Angabe nach diese Fälle sehr selten und wurden außer von Schlaggenwald von keiner anderen Lokalität beobachtet.

⁶³⁾ The System of Mineralogy 1892, p. 985.

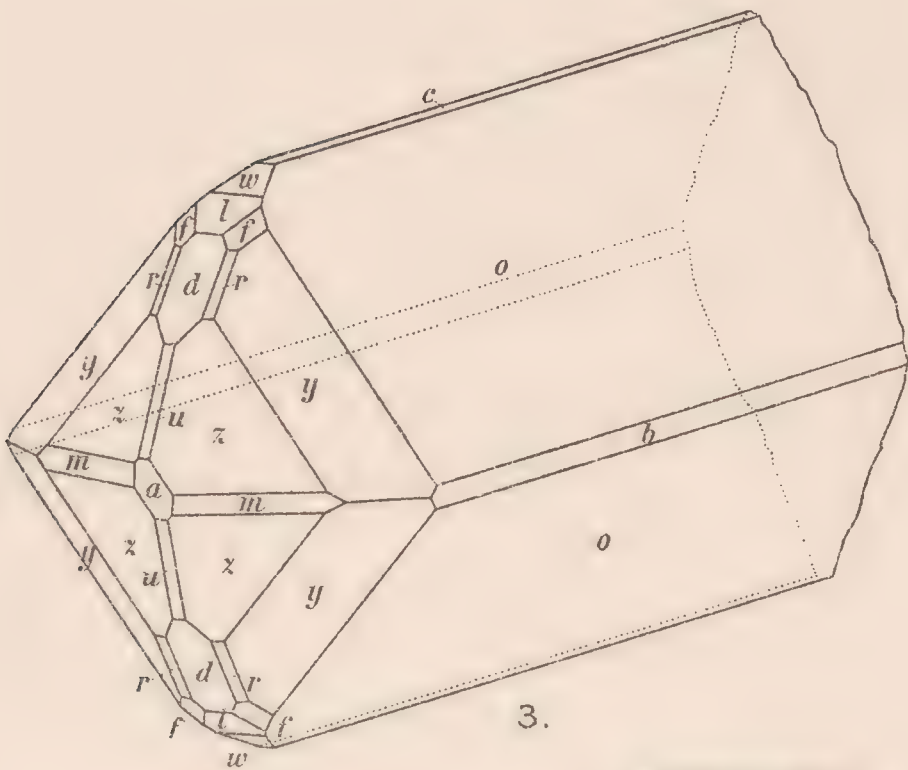
	Gemessen	Berechnet	<i>n</i>
(101) : (011)	72° 48'	72° 40 ¹ / ₂ '	5
: (10 $\bar{1}$)	66 11	66 09	1
(111) : (11 $\bar{1}$)	49 25	49 27	2
(101) : (111)	39 53	39 58	9
: (313)	15 46	15 36	7
(111) : (313)	28 01	28 21	2
(101) : (11 $\bar{1}$)	71 55	71 57	1



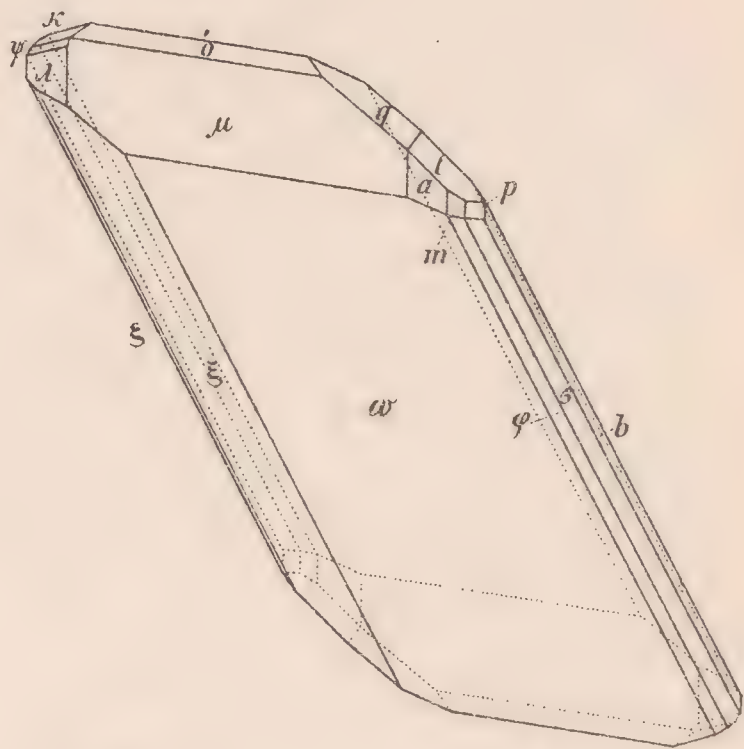
1.



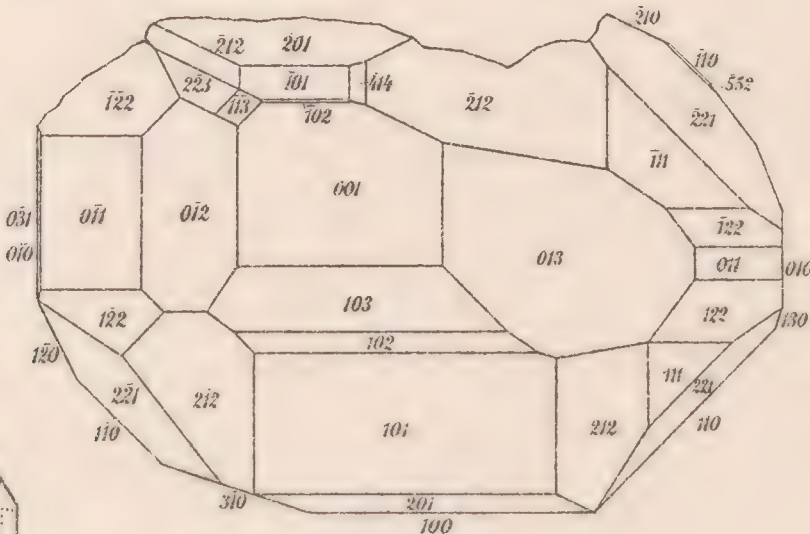
2.



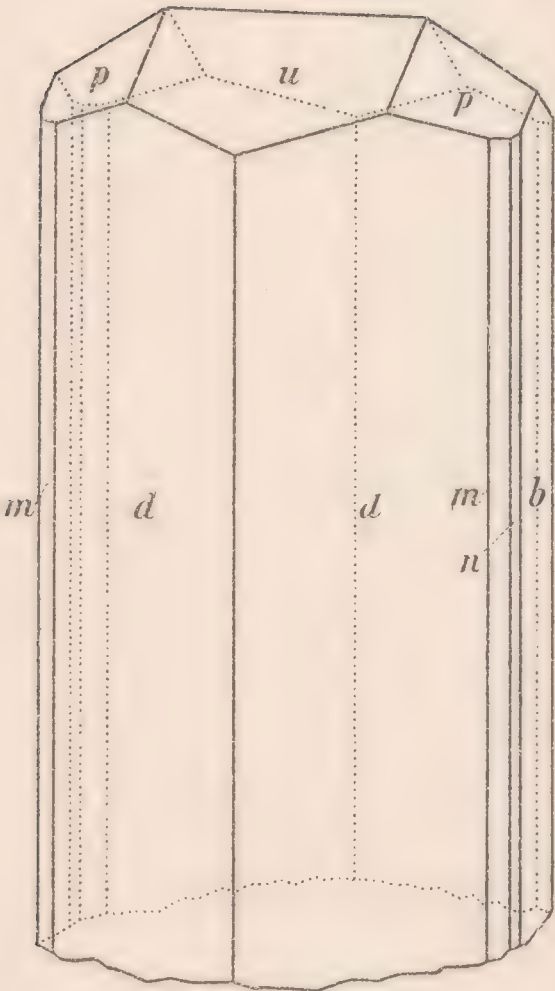
3.



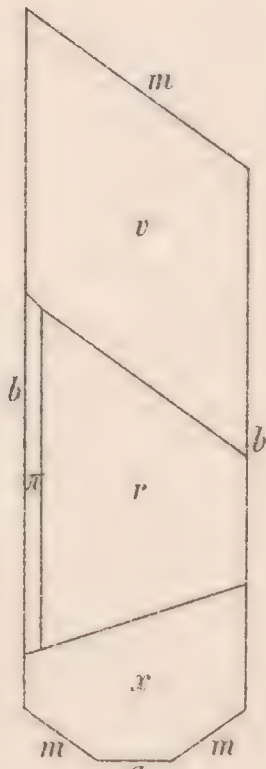
8.



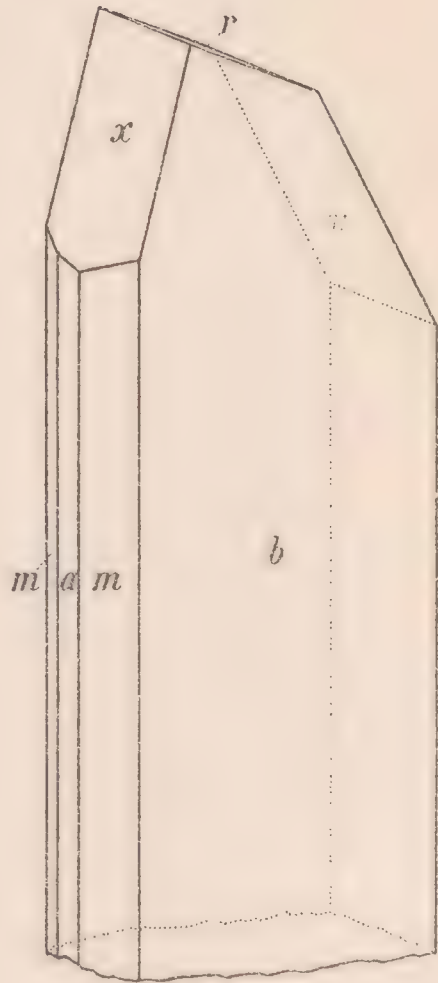
7.



6.



5.



4.

Neues technisches Instrument zur Messung der Induktionskoeffiziente.

(Aus dem elektrotechnischen Institute der k. k. böhmischen technischen Hochschule zu Prag.)

Von

Ingenieur **Adolf Šubrt.**

(Mit 4 Abbildungen im Texte.)

Vorgelegt am 21. Februar 1908.

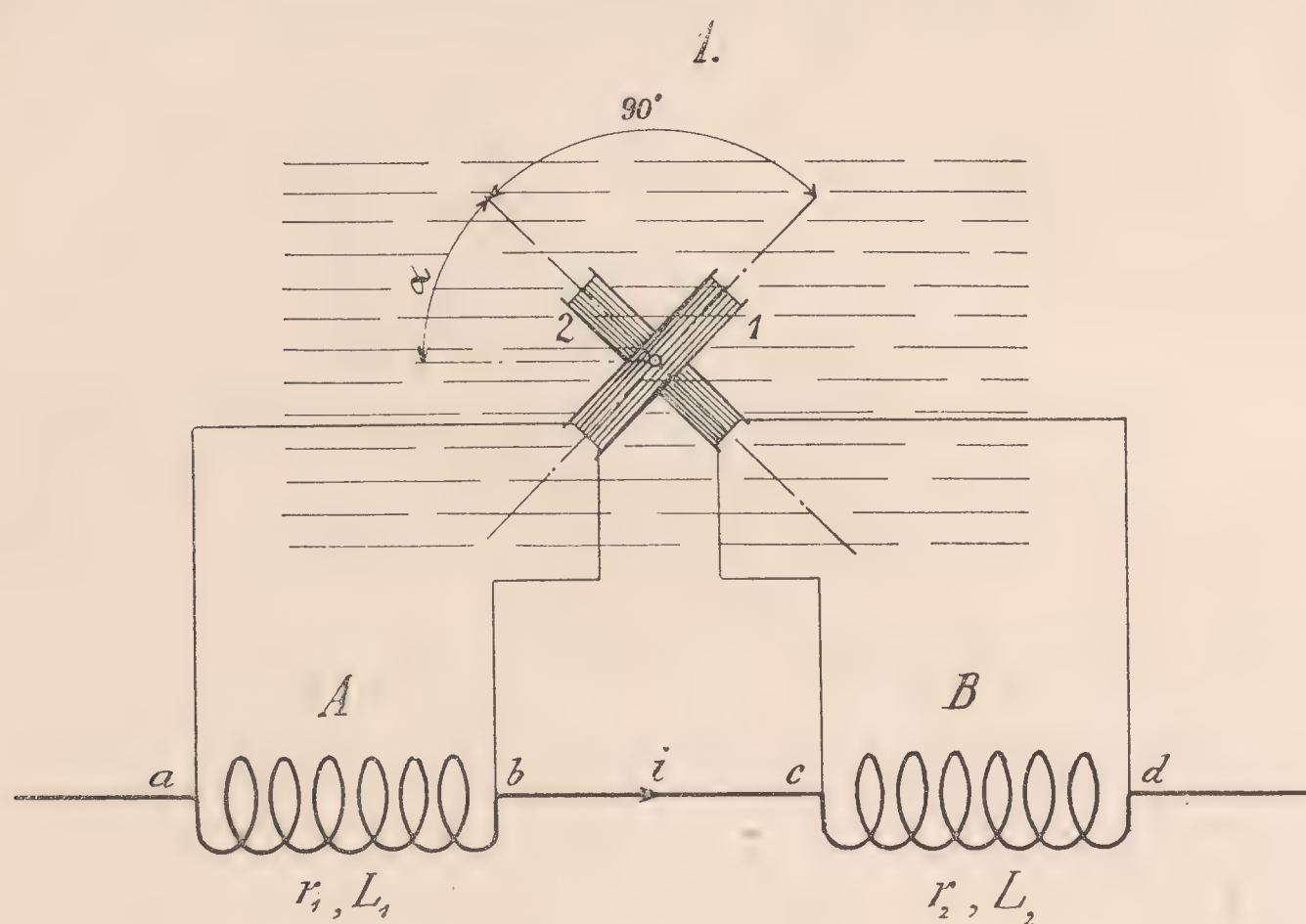
Bisher bekannte Methoden für Messung der Induktionskoeffiziente sind für den praktischen Elektrotechniker unvorteilhaft, weil sie ziemlich zeitraubend sind und hauptsächlich aber gut eingerichtetes Laboratorium voraussetzen. In der elektrotechnischen Praxis kommt es aber häufig vor, diese für den Wechselstromkreis so wichtige Faktoren schnell, mit einfachen Mitteln, doch aber mit genügender Genauigkeit zu bestimmen. Deswegen habe ich den Gedanken aufgefaßt ein solches technisches Instrument zu konstruieren, welches auf einer Skala die Induktionskoeffizienten direkt zeigen würde, ähnlich wie Voltmeter, Amperemeter etc. die zugehörigen Werte bestimmen. Theoretische Basis und Konstruktion dieses Apparates erlaube ich mir im weiteren vorzulegen.

Seid A und B (Fig. 1.) zwei induktive Widerstände, die in einen Wechselstromkreis so eingeschaltet sind, daß sie von einem Strom durchflossen sind, dessen Effektivwert i ist. Der Einfachheit wegen supponieren wir, daß der Strom nach dem Sinusgesetze verläuft, und die Erwägung führen wir mit den Effektivwerten durch.

An die Punkte ab und cd dieser induktiven Widerstände sind die Spulen 1 und 2 angeschlossen, die verhältnismäßig großen induktionsfreien Widerstand haben, senkrecht aufeinander stehen und im homogenen magnetischen Wechselfelde um gemeinsame Axe drehbar sind. Das magnetische Feld sei in Phase gegen den Hauptstrom um 90° verschoben und seine Periode sei der des Hauptstromes gleich.

Betrachte man zuerst den induktiven Widerstand A und die zugehörige Spule 1 . Diese Spule ist von einem Strom durchflossen, welcher

der Spannung in den Punkten a b proportional ist. Diese Spannung besteht aus zugehöriger Ohmschen Spannung $r_1 i$ und Induktionsspannung $\omega L_1 i$, wo r_1 den Ohmwiderrstand, L_1 den Selbstinduktionskoeffizienten der Spule A und ω die Winkelgeschwindigkeit der supponierten harmonischen Veränderung bezeichnet. Wie bekannt, lassen sich diese Spannungen arithmetisch nicht addieren, weil sie in der Phase um 90° verschoben sind; man kann aber die Drehmomente addieren, die in dem vorausgesetzten magnetischen Felde durch die mit diesen Spannungen proportionalen Ströme hervorgerufen werden. Dann ist das Drehmoment



der Ohmschen Spannung, die in der Phase mit dem Strome i übereinstimmt und also zur Phase des supponierten magnetischen Feldes senkrecht steht, durch den Ausdruck

$$M' = k_1 H \cos \alpha r_1 i \cos 90^\circ$$

gegeben. Hier bedeutet: k_1 eine Konstante, welche von den Dimensionen und dem Widerstande der Spule r abhängig ist, H die Intensität des magnetischen Feldes, α jenen Winkel, den die Spule mit der Richtung des magnetischen Feldes eben einschließt. Wie man sieht, ist

$$M' = 0.$$

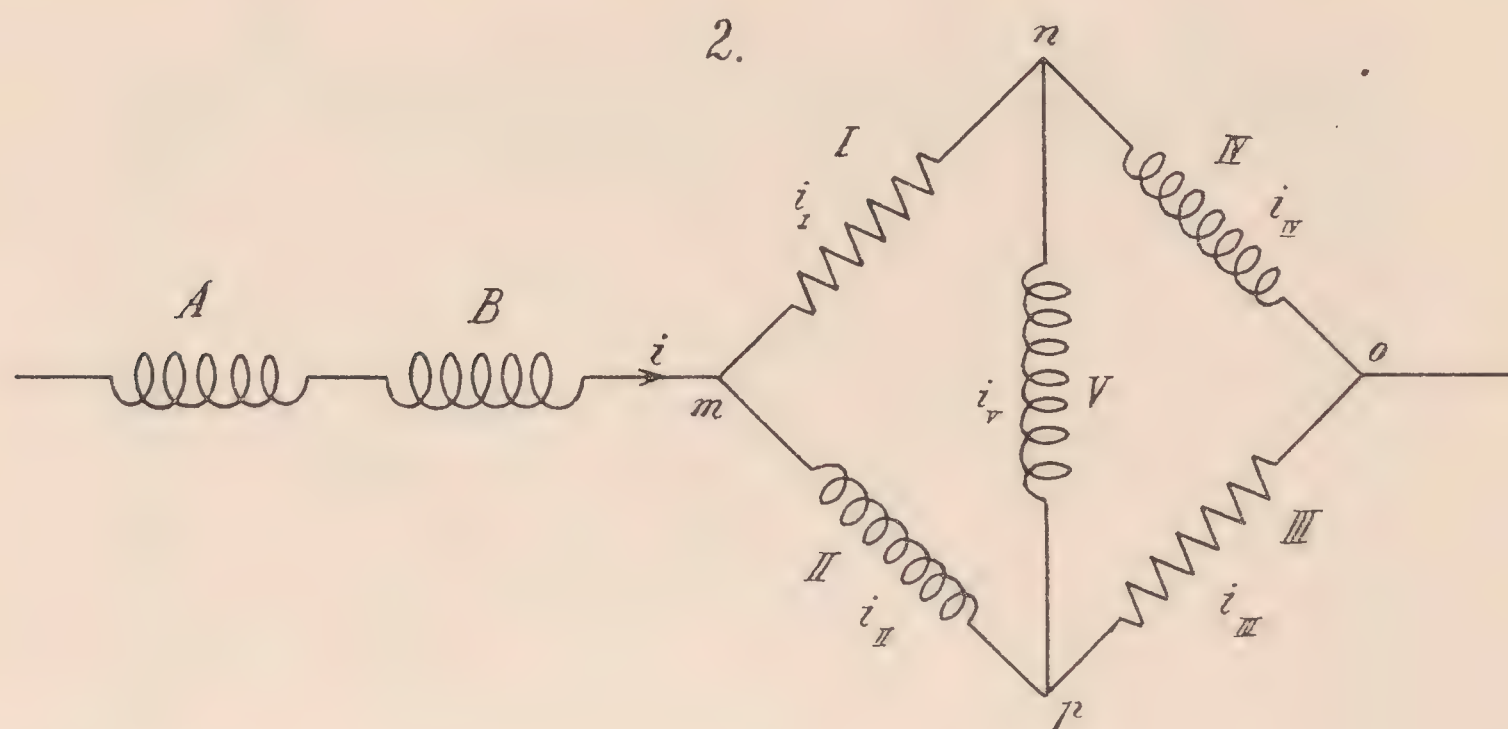
Das Drehmoment der Induktionsspannung, welche in der Phase senkrecht zur Intensität i steht und mit der Phase des supponierten magnetischen Feldes übereinstimmt, ist durch den Ausdruck

$$M_1 = k_1 H \cos \alpha \omega L_1 i \cos 0^\circ = k_1 H \cos \alpha \omega L_1 i$$

gegeben, wo die Bedeutung einzelner Werte bekannt ist. Durch gleiche Erwägung erhält man, daß das resultierende Drehmoment, welches von der Spannung der Punkte c d ausgeübt wird, durch den Ausdruck

$$M_2 = k_2 H \sin \alpha \omega L_2 i$$

gegeben ist. Wenn die Spulen 1 und 2 verkehrte Wicklungen haben, dann wirken diese Momente gegeneinander und das ganze drehbare System,



das keine Direktionskraft hat, stellt sich in solcher Lage ein, in welcher beide Momente gleich sind. Dann gilt die Gleichung:

$$k_1 H \cos \alpha \omega L_1 i = k_2 H \sin \alpha \omega L_2 i.$$

Daraus folgt

$$L_1 = \frac{k_2}{k_1} L_2 \operatorname{tg} \alpha = k L_2 \operatorname{tg} \alpha.$$

Wenn die Dimensionen der Spulen 1 und 2 gleich sind, dann $k_1 = k_2$ und man erhält als Schlußrelation

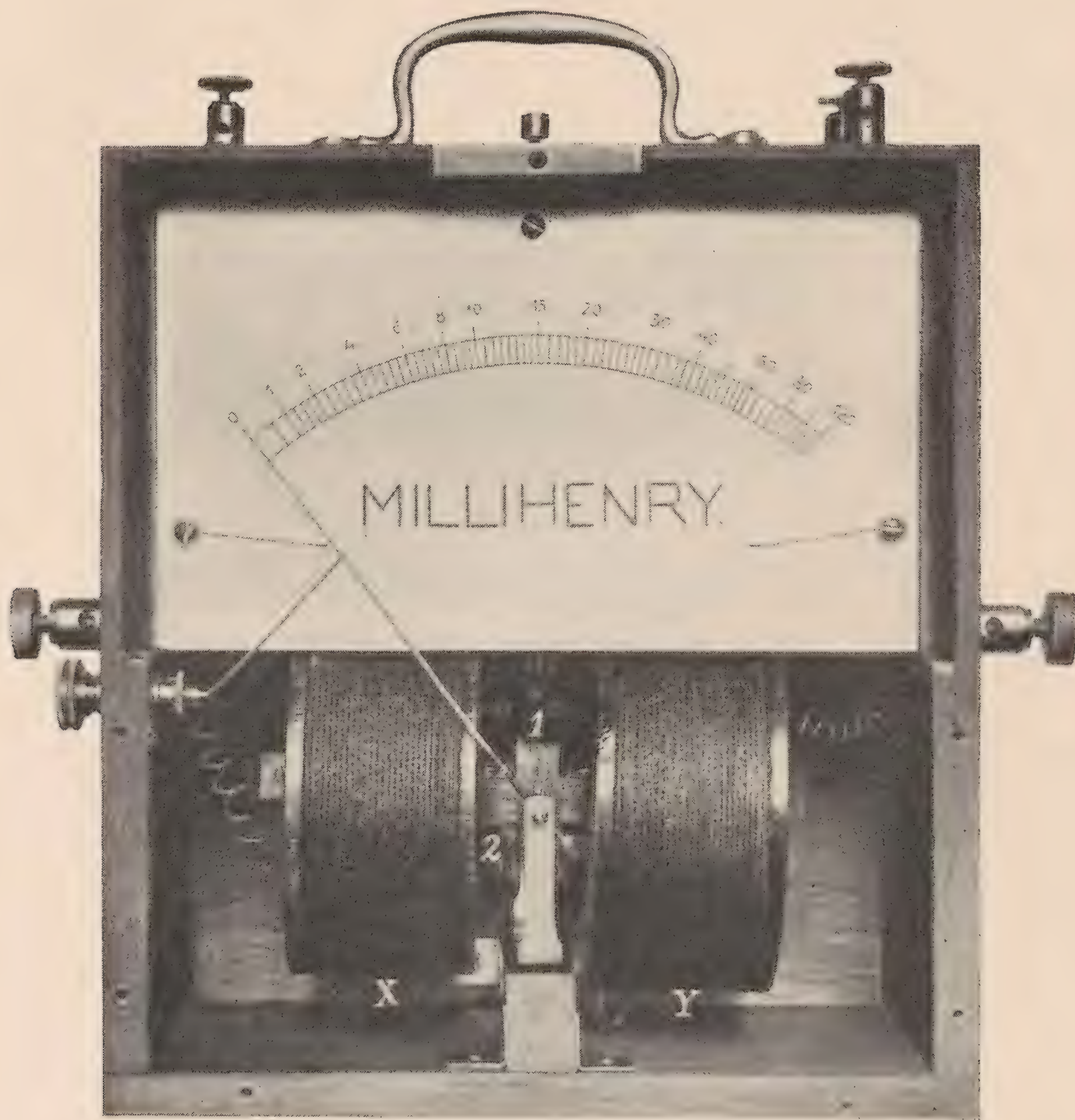
$$L_1 = L_2 \operatorname{tg} \alpha.$$

Wenn L_2 ein bekannter Induktionskoeffizient ist und mit der Drehaxe ein Zeiger in Verbindung steht, welcher auf der Skala Werte von α zeigt, so kann man aus dem bekannten Induktionskoeffizienten L_2 und dem abgelesenen Winkel α einen unbekannten Koeffizienten L_1 bestimmen. Es ist selbstverständlich, daß man auf der Skala direkt die zugehörigen Werte $L_2 \operatorname{tg} \alpha$ eingetragen hat, damit die gemessenen Induktionskoeffizienten in zugehörigen Einheiten direkt abgelesen werden können.

Damit wäre die ganze Sache aufgelöst und zwar unter Voraussetzung, daß das magnetische Feld in der Phase zur Intensität, welche die Spulen A und B durchläuft, senkrecht steht. Es ist jetzt weitere Aufgabe zu lösen,

Der Vollständigkeit wegen sind in der Fig. 3 auch die Vektoren der zugehörigen Spannungen eingetragen. Die Ohmsche Spannung in den Punkten m, n ist in der Phase mit zugehöriger Intensität i_I , also durch den Vektor OH bestimmt, OJ sei der Spannungsvektor im Induktionszweige mp , dann ist IH der Vektor der Brückenspannung. Diese Spannung

Fig. 4.



läuft der zugehörigen Intensität um den Winkel ψ voraus. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man von der anderen Seite der Brückenschaltung ausgeht. Die Ohmsche Spannung im Zweige III hat wieder dieselbe Phase wie zugehörige Intensität und ist z. B. durch OK gegeben, die Induktionsspannung im Zweige IV ist durch den Vektor OL bestimmt. LK bezeichnet dann den Vektor der Spannung in den Punkten n, p . Wie ersichtlich, muß IH parallel und gleich LK sein. Zu einzelnen Vektoren sind in der Fig. 3 auch die Zahlenwerte eingetragen, die im bestimmten Falle wirklich abgemessen wurden. Auf diesem Prinzip wurde in der mechanischen Werkstätte des elektrotechnischen Institutes der k. k. böhmischen technischen Hochschule ein Apparat konstruiert, dessen photographische Aufnahme

die Fig. 4 darstellt. Darin sind 1 und 2 die aufeinander senkrecht stehenden, um gemeinsame Axe drehbaren Spulen, von denen jede 200 Windungen aus feinem Kupferdraht trägt. Der Widerstand jeder Spule ist mit einem Vorschaltwiderstand auf 1500 Ω ergänzt. X und Y sind zwei Spulen, die an den Punkten n, p der Brückenschaltung zugeschlossen sind und ein homogenes, magnetisches Wechselfeld bilden, dessen Phasenverschiebung gegen den Hauptstrom 90° beträgt. Die Widerstände, welche die übrigen Zweige bilden, und auch der vergleichende Induktionswiderstand lassen sich in passender Form in einen zweiten Kasten bringen, so daß das ganze Instrument aus zwei Kästen besteht, in denen alle zur momentanen Messung notwendige Gegenstände enthalten sind.

Wie aus der oben angeführten Theorie des Instrumentes ersichtlich, ist es theoretisch möglich mit Hilfe eines vergleichenden Induktionskoeffizienten und mit einer Skala die Werte der Induktionskoeffizienten von 0 bis ∞ zu messen, weil der Ausdruck $L_2 \operatorname{tg} \alpha$ bei Veränderung α von 0° bis 90° alle Werte von 0 bis ∞ annimmt. Es hat sich aber gezeigt, daß man praktisch vom Werte 10mal kleineren bis zum Werte 10mal größeren als der benützte Vergleichungskoeffizient messen kann. So bietet das Instrument des elektrotechnischen Institutes die Möglichkeit die Induktionskoeffizienten von 0.0005 bis 0.12 Henry zu messen. Bei Benützung eines anderen Vergleichungskoeffizienten ist es allerdings möglich den Meßbereich beliebig zu ändern.

Die Eichung des Apparates kann man entweder mit Hilfe der bekannten Induktionskoeffizienten oder auch mit Hilfe eines Gleichstromes durchführen. Die Phase des benützten magnetischen Feldes läßt sich in jedem Augenblicke einfach kontrollieren. An einen der vergleichenden induktiven Widerstände schließt man einen induktionsfreien Widerstand an; wird nun der Wert dieses Widerstandes verändert und die Abweichung des Apparates bleibt konstant, wird damit bewiesen, daß das magnetische Feld sich in solcher Phase befindet, die wirklich zum Hauptstrom senkrecht steht. Ist das nicht der Fall, so kann man einfach durch Veränderung der Ohmschen Widerstände in der Brückenschaltung die Phase des magnetischen Feldes korrigieren.

Zuletzt bemerke ich noch, daß dieses Instrument auch zum Messen der Kapazität benützt werden kann. Um die Richtigkeit dieser Behauptung zu begründen, ist es bloß nötig in die oben angeführte Theorie des Apparates für ωL analogisch $\frac{1}{\omega C}$ einzusetzen.

Hallux varus congenitus. Phalanx vara congenita. Klinodaktylia. Ossa intermetatarssea Gruber.

(Aus der böhmischen chirurgischen Klinik des Prof. Dr. O. Kukula und dem Institut für normale Anatomie
des Prof. Dr. J. Janošík.)

Von

Dr. Stanislav Tobiášek,

em. I. Sekundärarzt der böhm. chirurgischen Abteilung Prof. Dr. O. Kukula.

(Mit 2 Tafeln.)

Vorgelegt am 2. Juli 1908.

Zu den seltenen Anomalien des menschlichen Fußes ist der Hallux varus congenitus zu zählen, wofür die ziffermäßigen statistischen Daten auf teratologischem Gebiete beweisend sind.

Mit diesem Namen bezeichnen wir die abnormale Stellung der großen Zehe, wenn dieselbe im Metatarsophalangealgelenk adduziert erscheint. Bei dieser Definition denkt man sich die Adduktion zu einer in der Mitte des Körpers gelegenen Achse, in Wirklichkeit handelt es sich jedoch, vom rein anatomischen Standpunkte um eine *Abduktion* der Großzehe.

Nach Janošík¹⁾ haben wir unter Adduktion eine Annäherung der Finger an den Mittelfinger der Hand zu verstehen, am Fuße eine Annäherung an die zweite Zehe. Beim Fuß muß man von der zweiten Zehe ausgehen, da diese zwei musculi interossei dorsales hat, wie der Mittelfinger, der aus eben diesem Grunde als Ausgangspunkt der Beobachtung aufzufassen ist. Ich halte dies für sehr wichtig, da nur dadurch ein Mißverständnis zwischen der chirurgischen, eventuell chirurgisch-orthopädischen Definition und der anatomischen Definition erklärt werden kann. Übrigens glaube ich, es wäre richtig für den Hallux varus eine neue Benennung einzuführen, die den Anforderungen der normalen Anatomie entspräche. Ich würde für diese Difformität der Großzehe den Namen Hallux abductus vorschlagen, den ich für geeignet halte, in vollkommener Weise die anatomischen Lageveränderungen zu charakterisieren. Im

Gegensätze hiezu wird der Benennung Hallux valgus die Benennung Hallux adductus entsprechen und diese neuen Benennungen könnten ebenso in Anwendung kommen, wie die Benennungen Hallux flexus und Hallux extensus.

Es wäre nur rationell und logisch, wenn auch für andere Fälle, bei denen die veraltete Nomenklatur mit den Ausdrücken varus und valgus gang und gäbe ist, neue Ausdrücke eingeführt wurden, die den Lehren der Anatomie entsprächen. Es wäre doch besser Ausdrücke zu gebrauchen, in denen die Vorstellung von Lage und Stellung der einzelnen Körperteile zur Geltung käme, als Benennungen, die zwar konventionell sind, doch nichts besagen. Ich hege die Überzeugung, daß es zu einer Revision der Nomenklatur kommen muß, anderenfalls wird nie Klarheit in die Sachlage kommen.

N a s s e ²⁾ erwähnt nur mit wenigen Worten des Hallux varus. Nach ihm entsteht derselbe durch eine Adduktionskontraktur im Metatarsophalangealgelenk der Großzehe; wodurch dieselbe jedoch bedingt ist, führt er des näheren nicht an. De facto jedoch handelt es sich hier um eine Abduktionskontraktur, die nach H o f f a ³⁾ bald an sich entstehen kann oder als Begleiterscheinung des genu valgum oder des Pes equinus. Hoffa erwähnt, daß dieses Leiden den Engländern unter dem Namen „pigeon toe“ bekannt sei, und weist darauf hin, wie viel seltener der Hallux varus vorkomme als der Hallux valgus. Derselbe Autor beschreibt einen Hallux varus bei Pes valgus und gleichzeitigem Fibula-defekt.

K i r s c h ⁴⁾ beschrieb einen Fall von Hallux varus bei erworbenem Plattfuß.

J o a c h i m s t h a l ⁵⁾ weist darauf hin, daß der Hallux varus allein zu den Seltenheiten gehöre. „Hallux varus, bei dem die große Zehe nach innen abweicht, besteht selten für sich allein“ (pag. 712). In beiden daselbst zitierten Fällen hatte die Großzehe die Form der Greifzehen der Affen, woraus ich schließen möchte, daß es sich nicht um einen reinen Hallux varus, sondern um einen Hallux equinovarus handelte. Derselbe Autor beobachtete auch einen Hallux valgus bei einem 4jährigen Knaben, doch war hier nach medialwärts die Endphalanx und nicht die Grundphalanx abgewichen. Bei Beschreibung des Roentgenbildes sagt er: „Am Roentgenbilde erkennt man neben einer Zuschrägung des distalen Endes des ersten Gliedes an der medialen Leiste des Zwischengelenkes einen kleinen Knochenkern, der offenbar als Anlage einer überzähligen Zehe aufzufassen ist.“

Nach J o a c h i m s t h a l, der eine angeborene Deviation der Phalangen lateralwärts beschrieb, handelte es sich sowohl bei der Phalanx vara, wie auch bei der Phalanx valga um eine Alteration der Keimanlage, wobei es meist zu keiner Notwendigkeit eines chirurgischen Einschreitens komme, da die Affektion keinerlei Beschwerden bereite.

Ähnliche Verbildungen sahen auch C h. A n n a n d a l e,²³⁾ V o g t,²⁴⁾ H e r z o g.²⁵⁾

J. A. F o r t²⁶⁾ bezeichnete die seitliche Deviation als Klinodaktylie und unterscheidet drei Arten derselben: 1. die volare, 2. die dorsale und 3. die laterale. Die palmare Deviation beschrieb M a t h i e u²⁷⁾ und nach J. A. Fort beobachtete C h a u s s i e r²⁸⁾ und B e r a r d²⁹⁾ die dorsale Form. Nach Joachimsthal hat die laterale Verschiebung ihre Ursache in einer Verbildung der Artikulationsfläche, die volare und dorsale stellt eine kongenitale Luxation oder Subluxation der Palange dar, die in der kongenitalen Luxation des Knies ihr Analogon haben.

R o b e r t³⁰⁾ und T r o u s s e a u³¹⁾ beschreiben Fälle von deviirenden Abweichungen, in denen es sich um abnorme Entwicklung der Gelenksflächen handelt. Ähnliche Fälle A n n a n d a l s und H e r z o g s sprechen dafür, daß es sich um eine Verbildung der Kondylen handelt.

H o f m a n n⁶⁾ beschrieb zwei Fälle von Hallux equinovarus, wo außer einer medialen Adduktion eine plantare Flexion bestand. Er weist darauf hin, daß sich diese Deformität gerne mit einem Pes planus oder mit einer wesentlichen Supination des Vorfußes vergesellschaftet. Auch H o f m a n n ist mit der Terminologie in diesem Teil der Teratologie nicht einverstanden und erwähnt, daß N i c o l a d o n i wie V u l p i u s diese Deformität der Großzehe als einen primären Zustand, den Plattfuß als sekundäre Folge auffassen, wogegen R a n n e f t und K i r s c h gerade den entgegengesetzten Standpunkt vertreten.

Es war mir auffällig, daß die Literatur über den Hallux varus so gering ist und die oben erwähnten Arbeiten alles sind, was ich in der mir zugänglichen Fachliteratur finden konnte.

Eine Einteilung des Hallux varus nach seiner Ätiologie besteht nicht, obwohl die Ursachen der abnormen Stellung der Großzehe verschieden sind.

Meiner Ansicht nach unterscheidet man zweierlei Hallux varus:

1. artificialis (erworben) (acquisitus),
2. congenitus.

In die erste Gruppe reihe ich jene Fälle ein, die entweder durch ein Trauma oder durch einen pathologischen Prozeß entstehen, der wiederum im Metatarsophalangealgelenk selbst oder in den das Gelenk bildenden Knochen sich abspielen kann. Hieher gehören auch Fälle, die auf einer neuropathischen Grundlage entstehen; durch Lähmung des Musculus adductor hallucis, der sich mit einem Teil an der Grundphalanx der Großzehe ansetzt ließe sich die Varusstellung erklären. In gleicher Weise ist der Hallux varus compensatorius hieher zu rechnen.

In die zweite Gruppe möchte ich Mißbildungen der Großzehe einreihen, die die Symptome eines Hallux varus darbieten, also Fälle, bei denen von Geburt aus die Achse der Großzehe, welche normalerweise

mit der Längsachse des I. Metatarsalknochens zusammenfällt, medialwärts abgewichen ist.

Eine ähnliche Einteilung hat für den Hallux valgus Longe⁷⁾ vorgeschlagen.

Ähnlich wie die Ätiologie so zeigen sowohl die Formen als auch die Symptome des Hallux valgus Abweichungen.

Eine geringe Deviation der Großzehe von ihrer normalen Achse medialwärts bereitet normalerweise keine Beschwerden und für gewöhnlich genügt, wie Joachimsthal sagt, „eine Sandale mit entsprechender Vorrichtung oder ein Einwickeln des Fußes mit Heftpflasterstreifen in der Regel zur Beseitigung des Hallux varus“. (Pag. 718.)

Doch kommen Fälle vor, bei denen der Hallux varus wesentliche Schmerzen bereitet, wie in einem Falle, den ich wegen seiner abweichenden Form und interessanten Ätiologie ausführlich beschreiben möchte.

Es handelte sich um einen 30jährigen ledigen Drechslergehilfen J. L. aus Kr. M. Aus der im großen und ganzen belanglosen Anamnese ist nur zu bemerken, daß die Mutter und die Hälfte der Geschwister an Tuberkulose leiden. Der Mann selbst war nie krank gewesen, einen Unfall der linken unteren Extremität hat er nie erlitten. Schon von Kindheit an bereitete ihm das Gehen erhebliche Schwierigkeiten, was der Patient auf die abnorme Stellung und Dicke der Großzehe zurückführte. Als diese Affektion, die sich im letzten Jahre immer mehr verschlimmerte, fast unerträglich wurde, suchte der Kranke ärztliche Hilfe auf. Nach Sicherstellung der Knochenverhältnisse teils durch Palpation, besonders durch Roentgenaufnahmen wurde dem Patienten die Operation empfohlen, mit der er sich einverstanden erklärte.

Status praesens: Der Mann ist von mittlerer Größe, schwachem Knochenbau und mäßig gutem Ernährungszustand. Bei Inspektion beider Füße ist eine Assymetrie augenfällig, bedingt einerseits durch eine wesentliche Verdickung, andererseits durch eine Deviation der Achse der Großzehe am linken Fuß. (Taf. I. Fig. 1.) Die Großzehe ist scheinbar im Metatarsophalangealgelenk abduziert. Die Achse des Metatarsalknochens bildet mit den Phalangen einen stumpfen Winkel von 135° . Man kann also sagen, daß die Achse der Großzehe von der Achse der II. Zehe um einen Winkel von 45° im Sinne einer Abduktion abweicht. Die Furche am Metatarsophalangealgelenk ist nahezu eine senkrechte auf die Achse des Metatarsalknochens und bildet in Wirklichkeit einen etwas stumpferen Winkel mit ihr als die analoge Furche rechterseits. Eine zweite Furche sehen wir am Interphalangealgelenk, die aber schräg verläuft und am inneren Fußrand mit der ersteren sich vereinigt.

Ich beschreibe diese Furchen mit einer besonderen Ausführlichkeit, da dieselben für die Persistenz von Gelenken einerseits, für die Verlaufsrichtung der Gelenkslinien andererseits charakteristisch sind, eine Behauptung, von deren Richtigkeit ich mich wiederholt bei verschiedenen

Anomalien der Finger und Zehen überzeugen konnte. Ich kann sagen, paß dort, wo seit Geburt ein Gelenk fehlt, die Hautfurchen ebenfalls fehlen und daß weiterhin dort, wo die Gelenkslinie eines Interphalangealgelenkes nicht senkrecht steht auf die Achse der Phalangen, die über dem Gelenk verlaufenden Furchen nicht transversal verlaufen. Mir scheinen diese Hautfurchen bei Beurteilung der Gelenksverhältnisse günstige Orientierungen zu bieten.

Die große Zehe links ist 5 *cm* lang und ebenso breit, ihr Umfang beträgt 10½ *cm* an der größten Circumferenz; im Vergleich zu der großen Zehe der anderen Seite ist sie um 1.5 *cm* breiter, um 2 *cm* kürzer, um 1.7 *cm* dicker. Die Breite des Nagels, der keine Spaltung zeigt, beträgt am linken Fuß 3 *cm*, rechts 2.2 *cm*. Recht auffällig ist auch dabei die Abflachung des Nagels links.

Die Anführung dieser Maße, die Beschreibung der Nägel etc. könnte als eine Kleinigkeit erscheinen, es wird aber aus dem folgenden ersichtlich werden, daß aus dem Vergleiche beider Großzehen und aus der Bestimmung der Maße der wahrscheinliche Schluß gezogen werden konnte, daß es sich um eine Polydaktylie mit Symphalangie der Endphalanx handelte, bevor noch Roentgenbilder angefertigt waren.

Der Einschnitt, der auf dem Bilde am inneren Fußrand links in der Gegend des Metatarsophalangealgelenkes ersichtlich ist, ist bedingt durch die Prominenz des Metatarsalknochens bei gleichzeitiger Verschiebung der Basis der Grundphalange lateralwärts. Diese Prominenz bildet eine etwa 1 *cm* tiefe Stufe.

Bei Betrachtung der Sohle (Taf. I. Fig. 2) ist die erwähnte Asymmetrie noch augenfälliger, da jener Keil, gebildet durch die Grundphalanx, deutlicher ist und genau von Hautfurchen begrenzt wird, die an der medialen Seite sich vereinigen.

Die übrigen Teile des Fußes sind auf beiden Seiten ihrem Aussehen als auch ihrer Stellung nach normal.

Beide Füße zeigen einen beginnenden Plattfuß, was auch die Abdrücke und Konturen der Sohle erkennen lassen. (Taf. I. Fig. 3.)

Auch am Pelmatogramm ist der einzige Einschnitt medial, zwei solche an der lateralen Seite der linken großen Zehe deutlich sichtbar, außerdem aber auch zwei Hautfurchen, die sich medialwärts fast völlig vereinigen und für eine schräge Articulationslinie beweisend sind.

Die Bewegungen der Zehen sind rechts ganz normal, allein links bewegt sich die große Zehe bei intensiver Extension stets im Sinne einer Abduktion. Es scheint, daß diese Erscheinung bedingt ist durch eine Deviation oder abnorme Lagerung des Extensor hallucis; richtiger aber ist es, die Ursache dafür in einer abnormen Stellung der Gelenksfläche des Interphalangealgelenkes zu suchen. (Siehe auch weiteres.)

Die Spitze der I. Zehe ist in dieser Abduktionsstellung von der Spitze der II. Zehe 5 *cm* entfernt.

Die Flexion der I. Zehe ist wohl ausführbar, der laterale Rand der I. und der mediale der II. Zehe berühren einander, allein man kann sicherstellen, daß selbst in dieser Stellung die Abduktion der I. Zehe kenntlich bleibt. Auch läßt sich daraus schließen, daß die „Varositas“ einesteils arthrogenen andererseits ossären Ursprungs sein muß.

Bei der Flexion am rechten Fuße lagert sich die II. Zehe mit der Endphalange hinter das Ende der I. und II. Zehe, die in dieser Beugestellung nur 0·8 cm von einander abstehen.

Am linken Fuß ragt die zweite Zehe bei der Flexion empor, was durch einen Vorsprung an der Planta bedingt ist, der bis zur II. Zehe reicht. (Taf. I. Fig. 2.) Dieser Vorsprung wird von der Spitze des distalen Endes der Grundphalange gebildet. Durch Palpation ließ sich weiterhin sicherstellen, daß der Metatarsalknochen recht mächtig ist und daß sein Köpfchen etwa um 1 cm vorragt. Außerdem sieht man auf dem Fußrücken des linken Fußes (Taf. I. Fig. 1.), daß das Spatium interosseum breiter ist und die Köpfchen der Metatarsalknochen weiter von einander abstehen als rechts. Außerdem konnte man noch erkennen, daß die Grundphalange der I. Zehe links dreieckig ist und daß die metatarsophalangeale Artikulationsfläche mit der interphalangealen einen fast rechten Winkel bildet. Diese durch Palpation und Inspektion gewonnenen Befunde fanden in den Roentgenbildern ihre volle Bestätigung.

Die durch direkte Maße am Radiogramm gewonnenen Längenverhältnisse sind folgende:

Länge	in mm	Länge	in mm
linke Großzehe als Ganzes	92	rechte Großzehe als Ganzes	112
Metatarsalknochen	59	Metatarsalknochen	58
Rudimentäre Knochen . .	41	Rudimentäre Knochen . .	16 + 18
Grundphalanx { medial . .	17	Grundphalanx	31
{ lateral . .	21		
Endphalanx { medial . .	23	Endphalanx	23
{ lateral . .	20		

Die Breite der Metatarsalknochen ist beiderseits gleich, 15 mm; die Breite der Grundphalanx der I. Zehe rechts beträgt an der Basis 21 mm, in der Mitte der Diaphyse 13½ mm, am Köpfchen 16 mm. Die Breite der Grundphalanx der linken I. Zehe an der Basis 18 mm, an der Mitte der Diaphyse 10 mm, am Köpfchen 8 mm. Derartige vergleichende Messungen laßen sich an allen Knochen ausführen, ausgenommen der Grundphalanx, wo infolge der Rotation die Messungen an der linken Großzehe kleiner sind.

Bei Betrachtung des Radiogramms des linken Fußes (Taf. II. Fig. 1) sehen wir, daß die Tarsal- und Metatarsalknochen 2—5 ein normales Aussehen zeigen, ebenso wie die zugehörigen Phalangen.

Am mächtig entwickelten ersten Metatarsalknochen des linken Fußes, aus spongiösem Knochen bestehend, ist die Grenze zwischen der Epiphyse und Diaphyse verschwunden. An der Plantarseite des Köpfchens finden wir zwei Sesambeine normaler Position und Größe.

Die geringe Varusstellung des I. Metatarsus erkläre ich mir einerseits dadurch, daß in das erste Interossealspatium ein rudimentärer Knochen eingeschoben ist, anderseits dadurch, daß die Grundphalanx der I. Zehe mit ihrem lateralen und basalen Teil zwischen die Capitula des I. und II. Metatarsalknochens eingelagert erscheint. Infolge dieser Spreizung der distalen Enden der Metatarsalknochen entsteht eine keilförmige Spalte zwischen den Basen der Metatarsalknochen, die sich auch teilweise zwischen die ossa cuneiformia fortsetzt.

An der lateralen Seite des I. Metatarsalknochens findet sich nun ein Knochengebilde aus spongiöser Knochenmasse bestehend. Dieser Knochen ist schlank, etwas gekrümmt und reicht mit seinem proximalen Ende dorsalwärts bis zur Berührungsfläche des os entocuneiforme mit dem os metatarsaleum I. und II.

Man muß sich nunmehr die Frage stellen, was dieser Knochen bedeutet?

Nach W. P f i t z n e r ⁸⁾ finden wir nun an dieser Stelle das Os intermetatarsaleum, das nach dessen Angaben in etwa 10% bei allen Menschen sich findet.

Mit Rücksicht darauf, daß J o a c h i m s t h a l ⁵⁾ pag. 587 schreibt: „... Endlich erwähne ich noch als in 10% der Fälle vorkommend das Intermetatarsaleum, das auf der Streckseite des Fußes am distalen Ende des I. Zwischenraumes in einer Größe von 3—15 mm gelegen ist und in Verbindung mit dem Metatarsus I. und dem cuneiforme I. steht“, ist es notwendig sich darüber weiter zu äußern.

Obwohl dieser Knochen, sehr variabel gestaltet, bereits im Jahre 1852 von G r u b e r ⁹⁾ beschrieben wurde, wurde er von H. v. M e y e r ⁸⁾ im Jahre 1889 neu entdeckt, der trotz einer 1/2 Jahrhundert umfassenden Arbeit auf anatomischem Gebiete, auf die besondere Seltenheit dieses Knochens hinweist. Und trotzdem Pfitzner 1891 in München ausführlich über diesen Knochen berichtete, wurde derselbe 1895 zum drittenmale von H. M o r e s t i n ¹⁰⁾ entdeckt. Auch in England wurde dieser Knochen unabhängig von anderen Verfassern entdeckt von B a n k a r t ⁷⁾, P. H. S m i t h, J. J. P h i l i p p s ¹¹⁾ und es ist daher nicht wunderzunehmen, wenn G r u b e r ¹²⁾ die Priorität seiner Befunde verteidigte. Sein Verdienst ist auch, daß alle möglichen Varietäten dieses Knochens bekannt wurden.

Nach G r u b e r und P f i t z n e r findet sich das Os intermetatarsaleum am Dorsum des Fußes im proximalsten Anteil des I. Spatium interosseum,

also im Winkel zwischen dem Os cuneiforme I., dem Os metatarsale I. und II. Dieser Knochen kann mit irgend einem seiner Nachbarn in Artikulation stehen, mit ihm koalescieren oder synostosieren, endlich kann es auch vollkommen frei zwischen den Weichteilen liegen und verschiedene Bildung und Form zeigen.

Infolge der Variabilität dieses Knochens geschah es, daß derselbe (teilweise knorpelartig) von verschiedenen Forschern verschieden beschrieben wurde.

B a n k a r t, S m i t h und P h i l l i p p s beschreiben ihn als einen keilförmigen Knochen, der dorsal zwischen dem Cuneiforme I. und Metatarsale II. gelegen mit ihnen artikuliert (4''' lang, 2''' breit, 4''' hoch).

Z u c k e r k a n d l¹³⁾ sah, daß ein Os intermetatarseum von 10 mm Länge, 9 mm Breite mit dem Cuneiforme I. verwachsen war und mit dem Metatarsale I. artikuliert. Er bemerkt, daß dieses Knöchelchen bei einer Operation sec. L i s f r a n c wesentlich im Wege stand.

P. A l b r e c h t¹⁴⁾ hält diesen Knochen als Rest einer rückgebildeten Zehe, benennt ihn als „Epihallux“. Er beschreibt 2 Fälle, in denen dieser Knochen vollkommen selbständig war.

G i l l e t e¹⁵⁾ nennt ihn „Ossiculum sesamoides dorsi pedis“.

M o r e s t i n¹⁰⁾ schreibt: „je ne l'ai jamais rencontré et je ne l'ai pas mentionné dans les auteurs“ und hält ihn für eminent selten.

G r u b e r,¹⁶⁾ der mit besonderem Fleiß die Varietäten des Os intermetatarseum sammelte, fand dieselben bald als überzählige echte Tarsalknochen, bald als unechte Sesambeine (Os sesamoides intratendinosum Gillete). Er beschrieb¹⁷⁾ ein Os intermetatarseum bei einem Manne von 15 mm Länge, 9 mm Breite, 7 mm Höhe, welches rechts mit dem Os metatarsale I. artikuliert, mit dem Os cuneiforme I. synostosiert, links aber unter veränderten Verhältnissen in echter Koalescenz stand mit dem Os cuneiforme I. Weiterhin¹⁸⁾ beschrieb er noch ein Os intermetatarseum 10 mm lang, 8 mm breit, 7 mm hoch, das synostosiert war mit dem Cuneiforme I. und mit dem Metatarsale I. artikuliert.

Daß wir diesen Knochen besonders dort häufiger finden, wo eine Spaltung einzelner Knochen vorliegt, bezeugt eine Arbeit G r u b e r s,¹⁹⁾ der eine Duplicitas des Os cuneiforme II. beschrieb, wo das Os intermetatarseum am linken Fuße mit dem dorsalen Teil des Cuneiforme artikuliert, rechts mit demselben synostosiert war.

P f i t z n e r sah 42 freie Ossa intermetatarsea, in 10 Fällen bestand eine Synostose, hievon synostosierte dieser Knochen 2mal mit dem Os metatarsale I., 3mal mit dem Os metatarsale II., fünfmal endlich mit dem Cuneiforme I.

Nach diesem Verfasser hat es meist einen dreieckigen Querschnitt, zeigt also eine dorsale Fläche, eine mediale und eine laterale Kante, wodurch es einem Keil ähnlich scheint, der zwischen das I. und II. Os cuneiforme eingekeilt ist. Sein distales Ende zeigt die Tendenz sich in

die Länge auszubilden. Obwohl M o r e s t i n eine Artikulation mit allen drei Nachbarn beschreibt, konnte P f i t z n e r diesem Befunde nicht beistimmen, indem er behauptet im Falle M o r e s t i n s hätte es sich nicht um ein Gelenk, sondern um eine Vereinigung durch Bindegewebe gehandelt (Rückbildung des Gelenkes). Derartige Rückbildungen finden wir bei den niederen Wirbeltieren z. B. Fuchs, Katze, wo die Diaphyse des Intermetatarsalknochens sich wie ein basales Rudiment fast der ganze Metatarsalknochen verhält. Bei der Katze ist in jenem Rudiment fast der ganze Metatarsalknochen enthalten, ja man kann sagen, es handle sich um eine wesentlich assimilierte Zehe, es komme also ein ganzer Strahl in Betracht. Beim Hunde wiederum finden wir zahlreiche Übergänge einzelner Stadien.

P f i t z n e r meint, Anhänger paradoxer Befunde könnten annehmen, daß das Os intermetatarseum den Rest der 1. Zehe darstelle, da die 1. Zehe der Menschen (der Primaten) dem Praehallux der übrigen Säuger entspricht.

Schon A l b r e c h t wies darauf hin, es könnte sich um einen rückgebildeten eventuell in Rückbildung begriffenen Strahl handeln, und K ü c k e n t h a l bewies, daß bei Walfischembryonen auch die mittleren Strahlen fehlen können.

Ferner kann man von diesem Knochen annehmen, daß seine Diaphyse in der Regel zu Grunde gegangen ist und daß die zurückgebliebene Basis dieses Knochens in Rückbildung begriffen ist, was daraus hervorgeht, daß dieser Knochen die Tendenz zeigt, mit seinem Nachbarn zu verschmelzen. Bei 90 % aller Menschen fehlt er, teils darum, weil er überhaupt nicht angelegt ist, teils darum, weil seine Anlage durch Assimilation wieder verloren geht; daß der Knochen auch nachträglich zu Grunde gehen kann, dafür sprechen seine Abwanderungs- und Abortivformen; daß endlich dieses Knöchelchen vollkommen assimiliert werden kann, beweisen die Synostosen verschiedenen Grades und auch jene Fälle, in denen die Facetten für das Os intermetatarseum am Os cuneiforme I. und Os metatarsale I. ausgebildet waren, das Os intermetarseum selbst aber fehlte.

T h i l e n n i u s konnte zeigen, daß ein ähnlicher Knochen, das sogenannte Os intermedium antibrachii in 213 aller Fälle in der Anlage vorhanden ist und daß es fast ausnahmslos und ohne Spur vollkommen durch totale Assimilation wieder verloren geht.

Beim Menschen sind gegen 100 Fälle von Os metatarseum beschrieben worden, die die verschiedensten Formen aufwiesen, wovon Pfitzner allein mehr als die Hälfte beschrieb. Er fand auch, daß der Regel nach fast immer ein Unterschied an beiden Extremitäten, was Form und Größe des Knochens anbelangt, vorhanden ist.

Der längste beschriebene Metatarsalknochen war 15 mm lang, seine durchschnittliche Länge beträgt 7.6 mm; da seine Gelenksfläche einen

hyalinen Knorpel trug, spricht dies für eine Entstehung aus einer Knorpelanlage.

P. J o a c h i m s t h a l²⁰⁾ untersuchte drei Mitglieder einer aus 12 Köpfen bestehenden Familie, von denen 7 eine Polydaktylie der 5. Zehe aufwiesen, ja bei einzelnen Mitgliedern war sogar eine Anlage für einen 7. Finger vorhanden. Ein dreizehnjähriger Junge aus dieser Familie hatte beiderseits 6 Zehen. Die Spaltung des 5. Metatarsalknochens rechterseits begann in dessen Mitte, links war sie völlig ausgebildet. Auf Seite 33 schreibt er über diesen Fall: „Daneben besteht ein weiterer nur mittels des Roentgenverfahrens festzustellender überzähliger Knochen zwischen dem 1. und 2. Metatarsale, von einem vorspringenden Teil des ersten Keilbeines ausgehend und mit dem ersten Mittelfußknochen etwa in dessen Mitte in gelenkiger Verbindung tretend, offenbar das Rudiment eines weiteren supranumerären Strahles“. Das Roentgenbild in jener Arbeit ist stark verkleinert, doch ist aus dem Bild ersichtlich, daß dieser Befund mit unserem Falle große Ähnlichkeit zeigt. Joachimsthal läßt diesen Befund unaufgeklärt und spricht sich nicht darüber aus, ob es sich in seinem Falle um einen rudimentären Metatarsalknochen oder um ein Os metatarseum handle. In den Worten: „das Rudiment eines weiteren supranumerären Strahles“ kann man beide Ansichten vertreten sehen, was ja auch nicht wunderzunehmen ist, da nach zahlreichen, oben angeführten Autoren das Os intermetatarseum ein Teil eines überzähligen Strahles ist, nach anderen aber der Rest eines akzessorischen Metatarsalknochens. Ja man könnte sagen, das Os intermetatarseum ist ein echter knorpelig angelegter Knochen, der sein Homologon bei anderen Säugern hat. Es ist wirklich auffällig, daß bei Männern dieser Knochen stets mit anderen Knochen verwachsen gefunden wurde.

Kehren wir nun zu unserem Fall zurück. Es unterliegt keinem Zweifel, daß es sich hier um einen besonders mächtig entwickelten Intermetatarsalknochen handelt. Das proximale Ende dieses Knochens ist dorsal gelegen, sein distales Ende zeigt Verwachsungen, teils an der lateralen, teils an der dorsalen Seite des I. Metatarsalknochens. (Taf. I. Fig. 1 und Fig. 2.) Die Grundphalange ist etwas verkürzt und offenbar ist nur ihr basaler i. e. proximaler Anteil gut entwickelt. In ihrer Form erinnert sie an einen unregelmäßigen Rhombus. Ihre mediale Kante (Fig. 1) steht senkrecht auf der Gelenksfläche für das Köpfchen des 1. Metatarsalknochens und bildet eine Gelenksfläche für das zweite Glied. Daher kommt es, daß die distale Gelenksfläche des I. Gliedes nicht mehr eine Gelenksfläche für das zweite darbietet und daß das distalste Ende der ersten Phalange mit einer ganz kleinen Fläche aufhört, die für die Artikulation keinerlei Bedeutung hat.

Die Struktur dieses Gliedes wie die des Knochens ist rein spongiös. Ein besonderes Gewicht möchte ich darauf legen, daß die erste Phalange links ein einheitliches Ganze bildet und nicht verdoppelt ist. Die zweite

Phalange besteht aus zwei ungleich großen mit einander verwachsenen Anteilen; es handelt sich um eine Verwachsung von Phalangen mit ihren Längsseiten, um die sogenannte „laterale Symphalangie“. Diese Verwachsung wird durch spongiöse Knochenmassen gebildet und bildet von oben betrachtet, ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen Höhe 28, dessen Seiten je 20 *mm* betragen. Die breite Basis dieser Phalange geht in zwei Diaphysen über, die proximalwärts von der Pars unguicularis von einander getrennt sind; die Partes unguiculares beider Phalangen sind mit einander verwachsen und nur zwei Bogen und eine Einkerbung dokumentieren die Entstehung aus zwei Elementen.

Aus dem Roentgenbild ist ersichtlich, daß die basale Gelenksfläche der Endphalange mit der inneren Kante des ersten Gliedes artikuliert, wodurch ein nahezu rechter Winkel zwischen der Achse der Grundphalange entsteht. Nebstbei kam es zu einer starken Annäherung dieses Endgliedes an das Köpfchen des Metatarsus, doch waren beide diese Knochen durch die Gelenkskapsel getrennt. (Siehe die Operationsgeschichte.) Es konnte kein Zweifel darüber bestehen, daß die Endphalange aus zwei Phalangen zusammengesetzt ist, von denen die mediale $\frac{2}{3}$ der Gesamtdicke einnimmt. Die Porosität derselben tritt noch mehr hervor als bei der Grundphalanx und, obwohl die Ossifikation bereits vollkommen ist, ist doch noch in einem schmalen Bogen an der medialen Seite die Grenze des ehemaligen Interkalarknorpels zwischen Diaphyse und Epiphyse ersichtlich. An dieser Phalange sehen wir noch medialwärts einen kleinen Höcker, des weiteren zeigen sich normale Verhältnisse.

Am Radiogramm des rechten Fußes (Taf. II. Fig. 3) finden wir im allgemeinen alle Knochen von normalem Aussehen. Nur der Raum zwischen dem 1. und 2. Metatarsalknochen scheint etwas verbreitet. Bei genauerer Durchsicht aber sehen wir in diesem Spatium interosseum den oben detailliert beschriebenen akzessorischen Knochen, allerdings in weit geringerem Grade entwickelt. Von der Artikulation des Entocuneiforme mit dem Metatarsalknochen der großen Zehe zieht distalwärts im Spatium interosseum eine kleine 15 *mm* lange und 2 *mm* breite Knochenphalange, die nur bis zum proximalen Viertel des I. Metatarsalknochens reicht. Dieser akzessorische Knochen ist medialwärts etwas verkrümmt und hört mit einem zugespitzten Ende auf. In der Richtung dieser Krümmung etwa von der Mitte der lateralen Kante des I. Metatarsus finden wir eine Fortsetzung dieses Knochens, die wieder in Form einer eiförmigen Auftreibung in die spongiöse Masse des Metatarsus übergeht. Dieser distale Teil stellt also einen Knochenfortsatz dar, der mit der Spitze proximalwärts gekehrt ist, und es mag wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß beide Teile entweder durch Knorpelmassen oder durch eine fibröse Spange verbunden sind. Es ist klar, daß auch rechts ein Os intermetatarseum vorliegt, das in seinem Aussehen weit ähn-

licher den Befunden Pfitzners u. a. ist. Vergleichen wir die Befunde dieser akzessorischen Knochen an beiden Extremitäten, so ist aus der Ähnlichkeit der Befunde der Schluß auf eine gleichartige Grundlage leicht.

Der centrale Teil akzessorischer Knochen oder solcher, die durch Teilung entstehen, kann zweifellos fehlen, allerdings hat man es bis jetzt nicht versucht solche Befunde auf eine derartige Weise zu erklären. Hiefür spricht die Arbeit C. Mayers,²¹⁾ der in seiner wertvollen Arbeit über Spalthand und Spaltfuß ähnliche Defekte der centralen Partien gespaltener Metakarpalknochen beschreibt, aber als solche nicht diagnosticiert. Daß in den Fällen C. Mayers die Spaltung eine große Rolle spielt, zeigt Figur 7 (Taf. I. Fig. 14), daß weiterhin die centralen Partien der teilweise gespaltenen Metakarpalknochen fehlen können, beweist Taf. I., Fig. 13 und 15. Es würde zu weit führen auf die Details jener Arbeit einzugehen, doch glaube ich, daß unsere Behauptung richtig und durch diese Bilder genügend erhärtet ist. Mit der Analyse einzelner ähnlicher Fälle würde ich auch viel zu weit von meinem eigentlichen Thema abkommen, doch hielt ich es für angezeigt, auch auf diese teratologischen Formen bei Besprechung des Os intermetatarsale und des Hallux varus hinzuweisen.

Betrachten wir streng kritisch das Roentgenbild des linken Fußes, so sehen wir, daß die Abduktionsstellung der großen Zehe nicht durch eine abnorme Stellung derselben im Metatarsophalangealgelenk bedingt ist, da ja die Achse des Metatarsalknochens mit der der Grundphalange zusammenfällt.

Vielmehr spielt sich die ganze Deviation im Interphalangealgelenk ab; es handelt sich also nicht um einen Hallux varus, sondern um eine Phalanx vara, besser gesagt um eine Phalanx abducta, die wiederum diese abnorme Stellung auf Grund der ungenügenden und abnormen Entwicklung der Grundphalange einnehmen mußte. Damit wird es auch notwendig, sich die Frage vorzulegen, warum gerade in diesem Falle das Os intermetatarsale eine so mächtige Entwicklung zeigt? Es liegt nahe, die Ursache hiefür in einer Überproduction der Knochenbildung und in einem mächtigeren Material für Knochenaufbau zu suchen.

Verkrüppelte lassen sich gerne von ihrem Leiden befreien, besonders dann, wenn sie — wie es auch in unserem Falle war — Schmerzen und Beschwerden von ihrer Verbildung haben.

Unter genauer Berücksichtigung der ossären Verhältnisse führte ich die Exstirpation der ersten Phalange aus, obwohl Nicoladoni die Resektion der Grundphalanx empfiehlt. Gegen Nicoladonis Vorschlag wendet sich Hofmann⁶⁾: „Ich halte dieses Vorgehen nicht für ganz empfehlenswert, obwohl man ja natürlich seinen Zweck dabei erreichen wird. Richtiger erscheint mir die *Resektion* der Grundphalanx, weil man so das Metatarsalköpfchen als vorderen Stützpunkt für das

Fußgewölbe erhält.“ Auch Witzel nahm die Resektion der Grundphalanx beim Hallux equinovarus mit günstigem Resultate vor und auch ich kam durch die Exstirpation derselben zu einem gleichen Ziel.⁶⁾

Da es sich mir dabei auch um die Sicherstellung der anatomischen Verhältnisse jenes überzähligen Knochens handelte, führte ich am Fußrücken einen Längsschnitt am Spatium interosseum I. aus, der vom Os entocuneiforme bis zur Basis der Endphalange der großen Zehe reichte. Nach Arthrotomie des Metatarsophalangeal- und des Interphalangealgelenkes, gelang es leicht nach Abpräparieren der Sehnen, die Grundphalanx und auch die Exstirpation des Os intermetatarsarium gelang, da es gut zugänglich war leicht mit dem Meißel.

Nach Entfernung der Grundphalanx war die Abduktionstellung der großen Zehe größtenteils verschwunden, zur vollständigen Beseitigung derselben war es aber notwendig die Verdickung der Gelenkscapsel an der medialen Seite zwischen dem Metatarsalknochen und der Endphalange scharf durchzutrennen. Nach Ausspülung des Gelenkes mit Thymolkampfer 1 : 2 erfolgte die vollkommene Naht und Anlegen eines Verbandes in hyperkorrigierter Stellung. Nach 10tägigem afebrilen Verlauf erfolgte die Entfernung der Nähte. Die jetzt angefertigten Bilder (Taf. I. Fig. 4 und Fig. 5) zeigen, daß die Deformität geschwunden, die Zehe aber verkürzt ist. Auch der Abdruck (Taf. I. Fig. 6) zeigte das gute Operationsresultat. Das Roentgenbild (Taf. II. Fig. 4) zeigte, daß die Gelenksflächen sich nicht berühren und zwischen ihnen ein dreieckiger freier Raum bleibt, was sich durch den Überfluß an Weichteilen erklären läßt, doch bin ich überzeugt, daß später, durch Narbenretraction diese Diastase schwinden wird. Bei Entlassung des Patienten war der Gang beschwerdenfrei, die active und passive Beweglichkeit der Zehe gut.

RESUMÉ.

Beim Kranken J. L. handelte es sich um eine Mißbildung der Großzehe, die sich als Hallux varus (abductus) präsentierte. Am Roentgenbilde ließ sich sicherstellen, daß diese Verbildung durch die abnorme Stellung der verdoppelten und verwachsenen Endphalange (laterale Symphalangie) und die fehlerhafte Entwicklung der Grundphalange bedingt war, was aus dem Roentgenbild und der Photographie (Taf. I. Fig. 10, 12) des exstirpierten Knochens ersichtlich ist. (Taf. I. Fig. 7, 8, 9.) Das verbreiterte Spatium interosseum läßt sich durch die Existenz eines besonders mächtig entwickelten Intermetatarsalknochens erklären.

Durch das Vorkommen dieses Knochens am rechten Fuß wird der Fall wertvoller, da er wohl geeignet erscheint Licht in dieses teratologische Rätsel zu bringen.

Dieser akzessorische Strahl kann in der verschiedensten Ausdehnung entwickelt sein; von dem ganz unbedeutenden Os intermetatarsium bis zum voll entwickelten überzähligen Metatarsalknochen wird es sicher eine Reihe von Varietäten geben, von denen ein großer Teil bereits beschrieben worden ist.

Unser Fall aber gehört wohl zu jenen, bei denen die Entwicklung dieses Knochens ihr Maximum erreicht hat. Dadurch, daß die vollkommene Einheit des ersten Gliedes sichergestellt erscheint, ist der Beweis erbracht, daß akzessorische Strahlen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zur Entwicklung kommen müssen, ja daß im Gegenteil nur ein Teil von ihnen zur Entwicklung gelangt. Den Beweis hiefür bietet uns der Befund eines Intermetatarsalknochens, zwar klein, doch ohne Spaltung der distalwärts liegenden Phalangen.

Nach den oben beschriebenen Befunden fasse ich das Os intermetatarsium als eine Verbildung auf, als „rudimentäre Polymetatarsie“, oder „Hypermetatarsie“ und, da dieser Knochen so zahlreiche Varietäten zeigt, ist nicht wunderzunehmen, daß derselbe verschiedentlich beschrieben und erklärt wurde.

LITERATUR.

1. J a n o š í k, Anatomie I., pag. 413.
2. N a s s e, Chirurgische Krankheiten der unteren Extremitäten.
3. H o f f a, Lehrbuch der orthopädischen Chirurgie 1891, pag. 719.
4. K i r s c h, cit. Nasse.
5. J o a c h i m s t h a l, Die normale Gestalt des Fusses. Handbuch der orthopädischen Chirurgie 1905—1907, pag. 717—718.
6. H o f m a n n, Zur Entstehung und Behandlung der Klumpzehen, Zeitschr. f. orthopädische Chirurgie, Bd. 8, 1901, pag. 434.
7. L o n g e t, Revue d'orthopédie 1904, Nr. 5.
8. P f i t z n e r W., Die Variationen im Aufbau des Fußskelettes. Schwalbe Morphologische Arbeiten.
9. G r u b e r, Abhandlungen aus der menschl. u. vergleich. Anatomie (St.-Petersbourg u. Leipzig) 1852, S. 111—113, Fig. 1—2.
10. M o r e s t i n H., Osselet surnumeraire entre les bases du premier et du deuxième metatarsiens. Bull. de la soc. anat. Paris, Bd. 70, 1895, pag. 155—156.
11. B a n k a r t J., P. S m i t h and J. J. P h i l i p p s, Notes on abnormalities observed in the dissecting room during the winter sessions of 1866—67 and 1867—1868. — Guy's hospital reports (3 Ser.) XIV, 1869, S. 436.
12. G r u b e r, Nachträge zur Osteologie der Hand u. des Fusses. VIII. Bemerkung über ein im hinteren Ende des Interstitium liegendes supernumerares Knöchelchen.
13. Z u c k e r k a n d l, Zur Anatomie der Fusswurzelknochen. Wiener med. Jahrbücher 1876, S. 353—358, Taf. XVII.
14. A l b r e c h t P a u l, Epiphallux chez l'homme, Bull. de la société d'anthropologie Bruxelles III, 1885, 25. Août.





15. Gillette, Des os sesamoides chez l'homme, Journ. de l'anat. et de la physiologie, Paris, 1872, pag. 506.

16. Gruber, Über die beiden Arten des überzähligen Zwischenknöchelchens am Rücken des Metatarsus etc., Virchows Arch. Bd. 71, 1877, S. 440—452, Taf. XVII—XVIII.

17. Gruber, Das anchylosierte Ossiculum intermetatarseum dorsale articulare als ein von Cuneiforme I. in das Spatium interosseum hervorstehender mächtiger Vorsatz. — Virchows Arch. Bd. 72, 1872, S. 491—493.

18. Gruber, Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Heft I, Berlin 1879, S. 15.

19. Gruber, Monographie über das zweigeteilte erste Keilbein der Fusswurzel. Os cuneiforme I. bipartitum tarsi beim Menschen. Mém. de l'acad. des sciences de St. Petersburg, Bd. 24, 1877, Nr. 11, 2 Taf.

20. Joachimsthal, Die angeborenen Verbildungen der unteren Extremitäten, Archiv und Atlas der normalen u. patholog. Anatomie in typisch. Röntgenbildern. Fortschritte auf d. Gebiete der Röntgenstrahlen, Ergänzungsheft 8, Hamburg 1902.

21. Carl Mayer, Zur Casuistik der Spalthand und des Spaltfusses, Beiträge zur path. Anatomie und. allg. Pathologie 1898, pag. 20.

22. Joachimsthal, Über angeborene seitliche Deviationen der Fingerphalangen, Zeitschr. für orthop. Chirurgie II, 265.

23. Ch. Annandale, The malformations, diseases and injuries of the fingers and toes, Edinburgh 1865, S. 65.

24. Vogt, Die chirurgischen Krankheiten der oberen Extremitäten. Deutsche Chirurgie 1881, Taf. 64, S. 25.

25. W. Herzog, Die angeborenen Deviationen der Fingerphalangen, Münch. med. Wochenschrift 1892, Nr. 20, S. 123.

26. J. A. Fort, Des difformités congénitales et acquises des doigts et des moyens d'y remédier. Thèse, Paris 1869, S. 60.

27. Mathieu, cit. sec. J. A. Fort 26.

28. Chaussier (cit. Malgaigne, Leçons d'orthopédie publiées par Mr. Guyon et Panas 1862).

29. Berard, Dict. de méd. en 30. vol. t. XVIII. ort. Main, p. 514.

30. Robert A., Des vices congénitaux de conformation des articulations, Paris 1851, Thèse p. 103.

31. Trousseau, cit. J. A. Fort (26).

Beitrag zur Kenntnis des Whewellit.

Von

B. Ježek in Prag.

(Vorgelegt am 22. Mai 1908.)

Im Folgenden teile ich die Resultate meiner Untersuchungen am Whewellit von Burgk und Zwickau in Sachsen sowie an jenem von Kopitz in Böhmen mit. Das Material entstammt den reichhaltigen Sammlungen des Museums des Königreiches Böhmen und wurde mir vom Direktor derselben, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Hofrat Prof. Dr. K. V r b a zur Untersuchung überlassen.

Hiefür sowie für das Interesse an dieser Arbeit erlaube ich mir Herrn Hofrat Dr. K. V r b a bestens zu danken.

Im ersten Abschnitte ist das über Whewellit bereits Veröffentlichte zusammengefasst, der zweite Abschnitt enthält die Resultate meiner eigenen Untersuchungen. Ich bemerke, daß meine Untersuchungen über den Whewellit von Kopitz noch vor dem Erscheinen der Arbeit B e c k e's im April 1908 über den Whewellit von Brüx abgeschlossen waren.¹⁾

Die optischen Eigenschaften habe ich gleichfalls vor Bekanntwerden der Arbeit Becke's am Whewellit von Neubannowitz festgestellt; sie stimmen außerordentlich gut mit jenen von G. R i e d l am Whewellit von Brüx bestimmten überein.

In dieser Arbeit habe ich die Beckeschen Elemente

$$a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677; \beta = 107^{\circ} 0',$$

akzeptiert.

* * *

¹⁾ Herr Hofrat K. V r b a hat bereits im Jahre 1901 am Whewellit von Kopitz die neuen: $\tau (\bar{1}05)^{1/5} P \infty$; $t (\bar{1}03)^{1/3} P \infty$; $x (\bar{1}02)^{1/2} P \infty$; $r (210) \infty P 2$; $n (230) \infty P^{3/2}$; $w (016)^{1/6} P \infty$ und die schon bekannten Formen: $b (010) \infty P \infty$; $c (001) 0 P$; $z (\bar{1}01) P \infty$; $m (110) \infty P$; $u (120) \infty P 2$; $y (012)^{1/2} P \infty$; $x (011) P \infty$; $f (112) —^{1/2} P$ goniometrisch nachgewiesen und folgende den Becke'schen sehr nahestehenden Elemente berechnet: $b = 107^{\circ} 4'$, $a : b : c = 0.86538 : 1 : 1.36450$.

Whewellit von unbekanntem Fundorte.

Der Whewellit ist im Jahre 1840 von Brooke und Miller²⁾ als ein neues Mineral unter dem Namen *Oxalate of lime* beschrieben worden, Shepard³⁾ gibt ihm den Namen *Oxacalcit*, von Haidinger wird er *Oxalsaurer Kalk* genannt, in Millers Mineralogie⁴⁾ unter dem Namen *Whewellit* beschrieben.

Der Whewellit ist monoklin prismatisch, es wurden folgende Formen beobachtet und aus den Messungen die Elemente⁵⁾ berechnet:

$$a : b : c = 0.8696 : 1 : 1.3695; \beta = 107^{\circ} 18'.$$

$$b (010) \infty P_{\infty}, c (001) o P, x (011) P_{\infty}, e (\bar{1}01) P_{\infty}, m (110) \infty P^6), \\ u (120) \infty P 2, f (112) — \frac{1}{2} P, ^7) s (\bar{1}32) \frac{3}{2} P 3.$$

Die Zwillingsbildung findet nach $e (\bar{1}01)$ statt. Weiter wird die Spaltbarkeit nach c, m, b , die Härte mit 2.5—2.75 und die Dichte mit 1.833 angeführt. Letztere Zahl ist offenbar zu klein angegeben. Die chemische Zusammensetzung entspricht nach einer Analyse von S and all der Formel $Ca C_2O_4 + H_2O$.

Als Fundort dieses mit Kalzit vorgekommenen Whewellits wird auf Grund einer von Heuland ausgesprochenen Vermutung Ungarn⁸⁾ genannt, doch ist diese Angabe sehr zweifelhaft. Vielleicht entstammt dieser erste bekannte Whewellit einer Steinkohlenlagerstätte Englands.

Whewellit von Burgk in Sachsen.

Einen zweiten Fund hat im Jahre 1884 A. Weisbach⁹⁾ bekannt gemacht. Diese erste genau bekannte Fundstätte ist eine Kluft im Lie-

²⁾ Phil. Mag., 1840, III., XVI., 449.

³⁾ Min., 1844, 111.

⁴⁾ Phillips Min., By Brooke and Miller, 1852, 623, 1 Fig.

⁵⁾ Goldschmidt nimmt in seinem Index III., 293, die Klinodiagonale a Millers als Vertikale und die halbe Vertikale Millers als Klinodiagonale an; sein Achsenverhältnis ist $a : b : c = 0.6847 : 1 : 0.8696$. In den Winkeltabellen, 1897, 363, hat er die Elemente Millers angenommen.

⁶⁾ Die m -Flächen sollen in der in Phillips Mineralogy 623 gezeichneten Figur viel breiter sein, da ihre Breite nicht ausreicht, um die Kanten von e zum Schluss zu bringen. Siehe Becke, Bemerkungen über krumme Kristallflächen, Tschermak's Min. Mit., 26, 408.

⁷⁾ In Phillips Min., 1852, 623, muss statt $ff' 121^{\circ} 18'$ stehen $ff' 131^{\circ} 28'$. Siehe Weisbach, Neues Jahrb., 1884, II., 48.

⁸⁾ Siehe auch Zepharovich's Min. Lex. II., 342.

⁹⁾ Neues Jahrb. f. Min. 1884, II., 48, 1 Fig.; Refer. Zeitschr. f. Kryst. 1886, 11, 333. — Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenwesen im K. Sachsen 1886, 3 Fig.; Refer. Neues Jahrb. 1887, II., 24.

genden eines Steinkohlenflötzes zu Burgk (Augustus Schacht) im Plauenschen Grunde bei Dresden. Als Begleiter des Whewellit treten hier Kalzit, Sphalerit, Pyrit, Baryt und nach Bergt¹⁰⁾ noch Markasit und Pyrrhotin auf.

Weisbach teilt das Ergebnis der Messungen an zwei sehr grossen Whewellit-Zwillingen mit, von welchen der grössere 26 g, der kleinere 15 g gewogen hat. An beiden hat er die Formen $c, e, l, s, b, u, m, f, k, x, y, z, g$ beobachtet. Die Formen $l (130) \infty P 3, k (102) — \frac{1}{2} P \infty, y (012) \frac{1}{2} P \infty, z (014) \frac{1}{4} P \infty$ und $g (\bar{4}31) 4 P \frac{4}{3}$ ¹¹⁾ sind für Whewellit neu.

Weisbach hat eine Spaltbarkeit nach b, c und e beobachtet und die Dichte zu 2.22, also viel höher als Brooke und Miller bestimmt. Eine chemische Untersuchung hat H. Schultze ausgeführt.

Einen Zwilling von Burgk hat auch Becke¹²⁾ gemessen, um die aus den Messungen am Brüxer Whewellit neu berechneten Elemente zu prüfen. Er führt die Formen b, c, e, x, u, s an.

Whewellit von Freiberg in Sachsen.

Eine kurze Notiz über Whewellit von Freiberg (vielleicht Grube Himmelsfürst) findet man in der von Weisbach¹³⁾ im Jahre 1886 veröffentlichten Arbeit über Whewellit von Burgk.

Whewellit von Zwickau in Sachsen.

Über dieses Vorkommen hat im Jahre 1889 A. Frenzel¹⁴⁾ berichtet und einen großen Zwilling beschrieben, der im Jahre 1876 auf dem „Hilfe Gottes“-Schachte bei Zwickau gefunden worden ist und von einer Verwerfungskluft des Segen-Gottes-Querschlages stammen soll.

Dieser Zwilling ist doppelt so groß als die Burgker Zwillinge und seine Begleiter sind Chalkopyrit und Baryt. Die beiden Individuen stoßen nicht in einer geraden Linie zusammen, sondern es greift das eine Individuum über das andere über.

¹⁰⁾ Über einige sächsische Minerale. Abhdlg. d. naturw. Ges. Isis in Dresden, 1903, 1, 20; Refer. Zeitschr. f. Kryst. 41, 1906, 678.

¹¹⁾ Diese neue nicht ganz sichere Form wird nur von Goldschmidt im Index III., 294 in den Bemerkungen erwähnt. In Dana's Mineralogie wird sie nicht angeführt und wird auch von Becke (Tscher. Min. Mit., 26, 1908, 391) in einer der Arbeit über Whewellit von Brüx beigegebenen Winkeltabelle, die sonst alle bekannten Formen enthält, nicht angegeben.

¹²⁾ Tschermak's Min. Mit., 26, 1908, 391.

¹³⁾ Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwesen im K. Sachsen 1886; Mineralogische Mitteilungen, Separatabdruck p. 4.

¹⁴⁾ Tschermak's Min. Mit. 1889, 11, 83.

Für den Whewellit schlägt Frenzel den deutschen Namen *Kohlenspat* vor.

Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx in Böhmen.

Im Jahre 1897 wurden beim Abteufen des Hauptschachtes am Venustiefbau zwischen Brüx und Dux und eines etwa 50 *m* entfernten Luftschachtes in einer Teufe von 110—120 *m* angeblich bis handtellergröße im Letten eingeschlossene, radialfaserige Scheiben angefahren, welche von Becke¹⁵⁾ als Whewellit erkannt und eingehend beschrieben wurden. An dem Whewellit von diesem Fundorte sind auch die optischen Eigenschaften zum erstenmale von R. Schubert¹⁶⁾ studiert worden.

Die Dichte wurde mittels der Suspensionsmethode bestimmt. Nach Becke ist als Mittel von 3 Bestimmungen $G = 2.23$, Schubert gibt für den Randteil der Scheiben $G = 2.243$, für den mittleren Teil $G = 2.288$ an. Härte 3.

Das Resultat der ersten optischen Untersuchung des Whewellits von R. Schubert ist:

Der mittlere Brechungsexponent $\beta = 1.549$, Doppelbrechung äußert stark, positiv, die Orthoachse *b* ist stumpfe Bisektrix, der Winkel der optischen Achsen bei Anwendung des Mikroskopes mit Methylenjodid-immersion nach der Mallard'schen Methode bestimmt

$$2V = \text{circa } 89^\circ.$$

Alle Messungen sind im Tageslicht ausgeführt worden.

Whewellit von Kopitz bei Brüx in Böhmen.

Im Jahre 1899 ist beim Abteufen eines Luftschachtes in der Nähe des Julius II-Schachtes bei Kopitz, circa 2 *km* von dem Venustiefbau in einer Teufe von 58 *m* unter der Erdoberfläche ein harter, schmutzig gelblichgrauer Mergel angeschlagen worden, der als eine 35 *cm* mächtige Einlagerung in einem dunkelgrauen, das unmittelbare Hangende des Kohlenflötzes bildenden Letten von 29.6 *m* Mächtigkeit eingeschaltet und auf Kluftflächen zum Teil reichlich mit prächtigen Whewellit-Kristallen besetzt ist.

Die erste Nachricht über dieses Vorkommen hat in einer kurzen Notiz Becke¹⁷⁾ schon im Jahre 1900 gegeben und den Brüxer Whewellit 1908 eingehend beschrieben.¹⁸⁾ Dieser Arbeit entnehme ich Folgendes:

¹⁵⁾ Sitzungsber. d. Deutschen naturw.-mediz. Vereines für Böhmen „Lotos“ 1898, Nr. 4; Ref. Zeitschr. f. Kryst. 32, 1900, 623.

¹⁶⁾ Tschermak's Min. Mit. 1898, 18, 251. Ref. Zeitschr. f. Kryst. 33 1901, 632.

¹⁷⁾ Tschermak's Min. Mit. 19, 1900, 166.

¹⁸⁾ Tschermak's Min. Mit. 26, 1908, 391.

Die Kristalle des Brüxer Whewellit sind bis 1 cm groß, nach der b -Achse gestreckt und ihr Aussehen recht unsymmetrisch. Die vorwaltenden Formen gehören aber nicht der Zone der b -Achse, sondern sind dieser Zone naheliegende für den Whewellit sämtlich neue Pyramiden. Die Flächen dieser Pyramiden sind breit entwickelt, durch Kombinationsriefung und Wölbung entstellt und lassen sich zum Teil nur mit Schwierigkeit durch rationale Indices ausdrücken.

Viele Kristalle tragen an den freien Enden Fortwachsungen, welche meist nur typische Flächen besitzen.

Zwillinge nach dem bekannten Gesetze, wobei die Verwachsung teils parallel, teils senkrecht zur Zwillingsebene erfolgt.

Außer den am Whewellit schon bekannten Formen c , b , e , x , m , u , f hat Becke die neuen Formen:

$$w (016) \frac{1}{6} P_{\infty}, r (210) \infty P 2, n (230) \infty P \frac{3}{2}, j (119) - \frac{1}{9} P, h (1.1.10) - \frac{1}{10} P, \\ t (\bar{1}03) \frac{1}{3} P_{\infty}, q (\bar{3}19) \frac{1}{3} P 3, p (\bar{2}16) \frac{1}{3} P 2, o (\bar{3}16) \frac{1}{2} P 3$$

goniometrisch nachgewiesen.

Aus den am zweikreisigen Goniometer gemessenen Winkeln:

$$c (001) : e (\bar{1}01) = 70^{\circ} 30\frac{1}{2}' \pm 1\cdot2', \\ b (010) : x (011) = 37^{\circ} 24' \pm 1',$$

und aus

$$[001] : [100] = 73^{\circ} 0' \pm 2',$$

hat Becke folgende Elemente berechnet:

$$a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677, \beta = 107^{\circ} 0'.$$

Die Richtigkeit dieser Elemente hat Becke auch durch Messungen an einem Burgker Zwilling geprüft.

Die neuen Formen $w (016) \frac{1}{6} P_{\infty}$, $r (210) \infty P 2$ und $n (230) \infty P \frac{3}{2}$ sind nur an den Fortwachsungen vorhanden.

Die zwei sehr flachen negativen Hemipyramiden $j (119) - \frac{1}{9} P$ und $h (1.1.10) - \frac{1}{10} P$ treten formgebend an den Kristallen auf und sind oft als am größten entwickelte Flächen ausgebildet. Sie sind manchmal gestreift aber in einzelnen Fällen so glatt und fehlerfrei, daß sie bis auf die Minute mit den berechneten Werten übereinstimmen.

Die neuen Formen

$$t (\bar{1}03) \frac{1}{3} P_{\infty}, q (\bar{3}19) \frac{1}{3} P 3, p (\bar{2}16) \frac{1}{3} P 2, o (\bar{3}16) \frac{1}{2} P 3$$

sind durch krumme Flächen vertreten und bieten für die Bestimmung besondere Schwierigkeiten. Diese Formen sind zwischen den typischen

und glattflächigen Formen c , e , x und m in wechselnder, aber oft bedeutender Ausdehnung eingeschoben. Diese Formen ähneln nach Becke einigermaßen Vicinalflächen, aber während Vicinalflächen Formen von sehr einfachem Symbol vertreten, haben wir es hier mit Vicinalflächen zu tun, welche an Stelle von Flächen mit selbst ziemlich hochziffrigen Indices treten. In diesem Sinne sagt Becke, daß hier die Formen t , q , p , o durch krumme Vicinalflächen vertreten sind.

Die Dichte wurde von G. R i e d l mittels der Suspensionsmethode zu 2.230 bestimmt.

Die optischen Eigenschaften sind von G. R i e d l ermittelt worden. Das Ergebnis wird weiter unten bei den von mir an einem Burgker Zwilling bestimmten optischen Eigenschaften angeführt.

* * *

In Folgendem führe ich die Resultate meiner Untersuchungen am Whewellit von Burgk, Zwickau und Kopitz an. Es lagen mir auch die radialfaserigen Scheiben des Whewellits vom Venustiefbau in schönen Exemplaren vor. Diese habe ich einer näheren Untersuchung nicht unterworfen, weil sie in morphologischer und chemischer Hinsicht eingehend schon von Becke und optisch von Schubert untersucht worden sind. Was die massenhaft mit Whewellit vom Venustiefbau vorkommenden Blattabdrücke anbelangt, auf welchen Umstand schon Becke hingewiesen hat, gehören die mir vorliegenden nach einer Bestimmung des Herrn Kustos Dr. E. Bayer dem *Ulmus longifolia* Unger an.

Whewellit von Burgk.

Von dieser Lokalität stand mir ein prachtvoller, farbloser und wasserheller loser Zwilling nach e ($\bar{1}01$) zur Verfügung. Derselbe mißt 7 mm in der größten Dimension und als sein Fundort wird der Glückaufschacht zu Neubannewitz bei Dresden angegeben.

Der Zwilling (Fig. 1) ist eine Kombination:

$$b (010) \infty P \infty, c (001) 0 P, u (120) \infty P 2, *d (250) \infty P^{5/2}, l (130) \infty P 3, \\ e (\bar{1}01) P \infty, z (014) 1/4 P \infty, y (012) 1/2 P \infty, x (011) P \infty, *i (032) 3/2 P \infty, \\ *\varphi (\bar{1}12) 1/2 P, s (132) 3/2 P 3, *\sigma (\bar{3}21) 3 P^{3/2}.$$

Die mit einem Sternchen bezeichneten Formen sind neu.

Der Zwilling ist nach $b (010) \infty P \infty$ tafelförmig, dementsprechend die b -Flächen die größten. Außerdem ist $x (011)$, die Formen der Prismenzone und die neue Pyramide $\sigma (\bar{3}21)$ durch sehr ausgedehnte Flächen vertreten.

Eine Übersicht der Messungen an diesem Zwillinge gibt folgende Tabelle:

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$b (010) : u (120)$	$31^{\circ} 15\frac{1}{2}'$	$31^{\circ} 13'$	4
: $d (250)$	$25 \ 51\frac{1}{2}$	$25 \ 52$	4
: $l (130)$	$22 \ 8\frac{1}{2}$	$22 \ 0$	4
$b (010) : i (032)$	$27 \ 2\frac{1}{4}$	$27 \ 1\frac{1}{2}$	2
: $x (011)$	$37 \ 22$	$37 \ 24$	4
: $y (012)$	$56 \ 42\frac{3}{4}$	$56 \ 49$	4
: $z (014)$	$71 \ 50$	$71 \ 54$	4
$e (\bar{1}01) : c (001)$	$70 \ 32\frac{1}{2}$	$70 \ 30\frac{1}{2}$	2
: $x (011)$	$78 \ 18\frac{1}{3}$	$78 \ 18\frac{1}{2}$	4
$s (\bar{1}32) : b (010)$	$28 \ 50$	$28 \ 49$	4
: $x (011)$	$25 \ 16$	$25 \ 15$	2
: $s (\bar{1}\bar{3}2)$	$122 \ 22$	$122 \ 22$	2
$\varphi (\bar{1}12) : b (010)$	$58 \ 39$	$58 \ 47\frac{1}{3}$	2
: $e (\bar{1}01)$	$39 \ 47$	$39 \ 42$	2
: $\varphi (\bar{1}\bar{1}2)$	$62 \ 31\frac{1}{2}$	$62 \ 25\frac{1}{2}$	1
$\sigma (\bar{3}21) : b (010)$	$60 \ 3$	$60 \ 11$	2
: $e (\bar{1}01)$	$38 \ 17$	$37 \ 48$	2
: $c (001)$	$94 \ 42\frac{1}{2}$	$94 \ 54\frac{1}{2}$	2

Bemerkungen zu einigen Formen.

Die $b (010)$ -Flächen sind eben und glatt und geben sowie überhaupt die meisten Flächen dieses Zwillinges vorzügliche Reflexe.

$c (001)$ ist sehr eben und glatt, bei beiden Individuen vorhanden jedoch bei einem etwas breiter.

Die Prismen $u (120)$ und $l (130)$ sind bei beiden Individuen durch große Flächen vertreten. Die $l (130)$ Flächen parallel der Vertikale c gestreift, geben gute, die $u (120)$ -Flächen, meist sehr eben, vorzügliche Reflexe.

Das neue Prisma $d (250) \propto P \ 5\frac{1}{2}$ ist als schmale, die Kante $u \ l$ abstumpfende Fläche bei beiden Individuen vorhanden und lieferte sehr gute Reflexe. Das Mittel der Messungen von vier d -Flächen ist:

$$b (010) : d (250) = 25^{\circ} 51\frac{1}{2}' \text{ gem., } 25^{\circ} 51\frac{5}{6}' \text{ ber.}$$

x (011) ist groß entwickelt und liefert wiederum vorzügliche Reflexe. Eine x -Fläche war in der Mitte geknickt und hat zwei gleich gute, vorzügliche Signale gegeben. Offenbar handelt es sich um eine vicinale Fläche, welcher das Symbol $(0.41.42) \cdot \frac{41}{42} P \infty$ zukommen dürfte. Die Neigung zu der vorzüglichen b -Fläche ist

$$\begin{aligned} b (010) : x (011) &= 37^\circ 22' \text{ gem.}, & 37^\circ 24' & \text{ber.}, \\ &: (0.41.42) = 36^\circ 44\frac{1}{3}' \text{ ,,}, & 36^\circ 44\frac{1}{6}' & \text{,,} . \end{aligned}$$

Bei den übrigen drei x -Flächen war der gemessene Winkel

$$\begin{aligned} b (010) : x (011) &= 37^\circ 21\frac{1}{2}', \\ &= 37 \quad 24, \\ &= 37 \quad 19\frac{1}{2}. \end{aligned}$$

z (014) und y (012) sind viel schmaler als x (011), beide beiläufig gleich breit und liefern ebenfalls sehr gute Reflexe.

i (032) $\frac{3}{2} P \infty$. Diese neue Form ist als zwei schmale Flächen ausgebildet, sie ist sehr eben und gibt, wiewohl ziemlich schmal, dennoch sehr gute Reflexe. Das Mittel aus zwei Messungen ist

$$i (032) : c (001) = 62^\circ 57\frac{2}{3}' \text{ gem.}, \quad 62^\circ 59\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

s ($\bar{1}32$) ist in vier ziemlich ausgedehnten und sehr gute Signale reflektierenden Flächen an beiden Individuen ausgebildet.

Die neue positive Hemipyramide φ ($\bar{1}12$) $\frac{1}{2} P$ liegt in der Zone $[e x]$, sie ist durch drei sehr kleine, aber gute Signale reflektierende Flächen vertreten.

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
φ ($\bar{1}12$) : e ($\bar{1}01$)	$39^\circ 47'$	$39^\circ 42'$	2
: b (010)	$58 \quad 39$	$58 \quad 47\frac{1}{3}$	2
: φ ($\bar{1}\bar{1}2$)	$62 \quad 31\frac{1}{2}$	$62 \quad 25\frac{1}{3}$	1

σ ($\bar{3}21$) $3 P^{\frac{3}{2}}$. Diese neue Form liegt ebenfalls in der Zone $[e x]$, ihre Flächen sind sehr groß und für das Aussehen dieses Zwillinges charakteristisch. Sie weist viele kleine Ätzfiguren und auch sonst noch Unvollkommenheiten auf, ihre Signale sind die verhältnismäßig schlechtesten, deswegen die Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel weniger zufriedenstellend.

Manche Ätzfiguren sind sehr schön und ganz scharf, sie entsprechen der Symmetrie der monoklin prismatischen Klasse. Diese neue Pyramide ist übrigens auch auf einem zweiten untersuchten Burgker Zwilling, welcher weiter unten beschrieben wird, vorhanden. Auf letzterem sind jedoch

die σ -Flächen noch unvollkommener. Die Messungen lieferten im Mittel folgende Werte:

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$\sigma (\bar{3}21) : b (010)$	60° 3'	60° 11'	2
: $e (\bar{1}01)$	38 17	37 48	2
: $c (001)$	94 42 $\frac{1}{2}$	94 54 $\frac{1}{2}$	2
: $\sigma (\bar{3}21)$	60 18 $\frac{1}{2}$	59 38	2

Außer diesem habe ich noch einen zweiten kleineren Burgker Zwilling gemessen, der ohne von der Unterlage genommen zu werden, gemessen werden konnte.

Dem Aussehen nach ist dieser circa 5 mm große Zwilling den bekannten Zwillingen von Burgk und den von Miller beschriebenen sehr ähnlich, er ist in Fig. 2 entworfen. Die Messung ergab jedoch, daß die größten Flächen nicht das Klinopinakoid $b (010)$, sondern das positive Orthohemidoma $e (\bar{1}01)$ sind.

Dieser Zwilling ist eine Kombination von:

$$c (001) \circ P, b (010) \infty P_{\infty}, n (230) \infty P^{3/2}, e (\bar{1}01) P_{\infty}, x (011) P_{\infty}, \\ y (012) \frac{1}{2} P_{\infty}, z (014) \frac{1}{4} P_{\infty}, \varphi (\bar{1}12) \frac{1}{2} P, \sigma (\bar{3}21) 3 P^{3/2}.$$

Die meisten Flächen haben sehr gute, mitunter vorzügliche Reflexe gegeben und die Messungen stimmen sehr gut mit den berechneten Werten überein:

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$b (010) : x (011)$	37° 24 $\frac{1}{2}$ '	37° 24'	2
: $y (012)$	56 49	56 49	2
: $z (014)$	71 53 $\frac{1}{2}$	71 54	2
$e (\bar{1}01) : x (011)$	78 19	78 18 $\frac{1}{2}$	2
: $y (012)$	73 48 $\frac{1}{2}$	73 47	2
: $z (014)$	71 32 $\frac{1}{2}$	71 30 $\frac{1}{2}$	2
$n (230) : b (010)$	38 56 $\frac{1}{2}$	38 56	1
: $e (\bar{1}01)$	59 35	59 39	1
: $x (011)$	59 35	59 35	1
$\varphi (\bar{1}12) : e (\bar{1}01)$	39 41	39 42	2

Die b -Flächen sind sehr klein, die e -Flächen sind die grössten, sie sind sehr vollkommen und gaben das beste Signal. Die Formen der Zone der Klinoachse sind sehr gut ausgebildet und gaben vorzügliche Reflexe. In dieser Zone waren die y -Flächen die größten, dann die x -Flächen.

Die Formen c und z sind durch schmalere, beiläufig gleich große Flächen vertreten. Auch sie lieferten vorzügliche Signale.

Vom Prisma n (230) waren zwei große Flächen der Beobachtung zugänglich, sie sind stark, jedoch scharf korrodiert, die übriggebliebenen Flächenteile sehr eben, ihre Signale sehr gut.

Die neue Form φ ($\bar{1}12$) ist an diesem Zwilling durch zwei kleine, ziemlich gutes Signal reflektierende Flächen vertreten. Die Flächen der neuen positiven Hemipyramide σ ($\bar{3}21$) sind auch hier uneben, der Reflex unvollkommen. Die gemessenen und berechneten Winkel zu e ($\bar{1}01$) und n ($\bar{2}30$) ergeben Differenzen von über $30'$.

Die Dichte des größeren Zwillings habe ich mittels der Suspensionsmethode in Thouletscher Lösung zu 2.225 bei 17°C bestimmt.

Optische Eigenschaften.

Die optischen Eigenschaften wurden am größeren Zwilling ermittelt. Die optische Orientierung war dadurch erleichtert, daß die sehr vollkommenen b (010) Flächen zur Bestimmung der Brechungsexponenten benützt werden konnten und die Zwillingsgrenze sich als eine äußerst scharfe und zarte Linie zeigte.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten erfolgte im Na -Lichte mittels eines Abbeschen Refraktometers von Zeiss bei Benützung von Baryumquecksilberjodidlösung.

Die Brechungsexponenten sind:

$$\alpha = 1.4902 \quad \beta = 1.5551 \quad \gamma = 1.6494 \quad \gamma - \alpha = 0.1592.$$

Daraus berechnet:

$$2 V_{Na} = 83^\circ 42' 18''.$$

Die Doppelbrechung ist also sehr stark, positiv. Die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zum Klinopinakoid, die Orthodiagonale b ist stumpfe Bisektrix.

Die Auslöschungsschiefe beträgt auf b (010) gegen die Zwillingsgrenze $6^\circ 20'$, gegen die Kante b m $30^\circ 20'$ im stumpfen Achsenwinkel β .

G. Riedl¹⁹⁾ hat am Whewellit von Köpitz im Na -Lichte bestimmt:

$$\alpha = 1.4900 \quad \beta = 1.5552 \quad \gamma = 1.6497.$$

Daraus berechnet:

$$2 V_{Na} = 83^\circ 45'$$

¹⁹⁾ Tschermak's Min. Mit., 26, 1908, 400.

Aus der nach der von Becke²⁰⁾ angegebenen Methode ermittelten Achsenposition folgt

$$2 V_{Na} = 84\frac{2}{3}^{\circ},$$

und auf b (010) eine Auslöschungsschiefe gegen die Kante $b x$ im negativen Sinne -12° . Gemessen wurde -11.3° . Ich habe diese Auslöschung an dem Burgker Zwilling zu -13° gemessen.

Die Ebene der optischen Achsen für blaue Strahlen schließt mit der Normalen auf c einen etwas grösseren Winkel als jene der roten Strahlen ein.

Whewellit von Zwickau.

Die Unterlage des mir vorliegenden Zwickauer Whewellits ist ein bräunlicher, fester und harter Sphärosiderit. Auf diesem bildet der Whewellit eine krystallinische Kruste von ca 6 mm Dicke, welche am Rande meißel- und messerförmige, der Unterlage eng angeschmiegte Kristalle trägt. Diese Kristalle sind flächenarm und zum Teil durch Spaltflächen begrenzt. Außer diesen sind am Rande der Kruste noch anders ausgebildete, sich schräg aufwärts erhebende Kristalle vorhanden. Von diesen wurden zwei flächenreiche goniometrisch untersucht. Als Begleiter des Zwickauer Whewellits tritt Blende in winzigen, dunkel honiggelben Kristallen auf, welche teils auf der Unterlage, teils auf Whewellitkristallen sitzen, oder von denselben eingeschlossen werden.

Die Ausbildung dieser Kristalle ist von denen anderer Fundorte etwas verschieden. Alle sind nach der c -Achse gestreckt, die meisten langsäulenförmig. Von den untersuchten beiden Kristallen war der eine langsäulenförmig (Fig. 3), der flächenreichere erheblich kürzer (Fig. 4).

An beiden habe ich folgende Formen bestimmt:

c (001) ∞P ; b (010) ∞P_{∞} ; m (110) ∞P ; r (210) $\infty P 2$; n (230) $\infty P \frac{3}{2}$; u (120) $\infty P 2$; d (250) $\infty P \frac{5}{2}$; e ($\bar{1}01$) P_{∞} ; $*\kappa$ ($\bar{1}02$) $\frac{1}{2} P_{\infty}$; x (011) P_{∞} ; y (012) $\frac{1}{2} P_{\infty}$; i (032) $\frac{3}{2} P_{\infty}$; s ($\bar{1}32$) $\frac{3}{2} P 3$; $*\pi$ ($\bar{2}11$) $2 P 2$.

Die Formen κ ($\bar{1}02$) $\frac{1}{2} P_{\infty}$ und π ($\bar{2}11$) $2 P 2$ sind für den Whewellit neu.

Die Flächen der Prismenzone sind meist sehr unvollkommen, fast immer durch Streifung entstellt und bieten unvollkommene Signalbilder.

Die b (010)-Flächen sind immer sehr schmal, zeichnen sich aber unter den Flächen der Prismenzone durch die besten Signale aus.

Die c (001)-Flächen sind sehr groß, bei beiden Kristallen etwas gerundet.

²⁰⁾ Tschermak's Min. Mit., 14, 424.

x (011) ist durch große Flächen mit vorzüglichen Reflexen, e ($\bar{1}01$) durch etwas kleinere aber ebenfalls vorzügliche Reflexe gebende Flächen vertreten.

Das neue positive Hemiorthodoma κ ($\bar{1}02$) $\frac{1}{2} P \infty$ ist nur an dem kleineren Kristalle als eine schmale, die Kante $e c$ abstumpfende Fläche vorhanden.

$$\kappa (102) : c (001) = 44^{\circ} 29' \text{ gem.}, 44^{\circ} 36\frac{3}{4}' \text{ ber.}$$

Diese neue Form wurde auch am Whewellit von Kopitz gefunden.

y und s sind durch kleine, ziemlich gute Flächen vertreten.

Die am Whewellit von Burgk gefundene neue Form i (032) ist als eine kleine Fläche ausgebildet.

$$i (032) : c (001) = 63^{\circ} 2' \text{ gem.}, 62^{\circ} 59\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

Die neue positive Orthopyramide π ($\bar{2}11$) $2 P 2$ ist an beiden Kristallen vorhanden. An dem größeren, langsäulenförmigen sind ihre Flächen sehr schmal, an dem kleineren sind sie sehr groß und liefern vorzügliche Signale. Sie liegen in der Zone $[e x]$, in welche auch noch die von anderen Fundorten bekannten Flächen m , φ und σ einfallen.

$$\begin{aligned} \pi (\bar{2}11) : e (\bar{1}01) &= 29^{\circ} 14' \text{ gem.}, 29^{\circ} 13' \text{ ber.}, (4 \text{ Kanten}), \\ &: x (011) = 70^{\circ} 52' \text{ „}, 70^{\circ} 51' \text{ „}, (4 \text{ „}). \end{aligned}$$

Die Signale der Flächen x , e , π in dieser Zone sind vorzüglich und der gemessene Winkel $x \pi$ bei allen vier Messungen gleich.

Die gemessenen Winkel stimmen mit den berechneten Werten gut überein.

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
b (010) : m (110)	50° 32½'	50° 28½'	2
: r (210)	67 21	67 35	2
: n (230)	38 52	38 56	2
: u (120)	31 13	31 13	4
: d (250)	25 51	25 52	2
c (001) : i (032)	63 2	62 59½'	1
: x (011)	52 37	52 36	4
: y (012)	33 11	33 11	2
x (011) : b (010)	37 24	37 24	2
: e ($\bar{1}01$)	78 19	78 18½'	2
κ ($\bar{1}02$) : c (001)	44 29	44 36¾'	1

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$s (\bar{1}32) : x (011)$	25 10'	25 15'	4
$\pi (\bar{2}11) : e (\bar{1}01)$	29 14	29 13	4
$: x (011)$	70 52	70 51	4

Whewellit von Kopitz.

Von diesem Fundorte ist Whewellit erst kürzlich eingehend von Becke beschrieben worden und deswegen beschränke ich mich auf eine kurze Anführung der Resultate meiner Messungen an 8 Kristallen und einer Analyse.

Die gemessenen Kristalle waren teils von meißelförmiger Gestalt und trugen oft an den freien Enden Fortwachsungen (Fig. 7), teils waren sie nach den Richtungen der drei kristallographischen Achsen beiläufig gleich ausgebildet.

Die Größe der meißelförmigen Kristalle beträgt bis ca 10 mm, die Fortwachsungen sind meist sehr klein und kaum 2 mm groß. Einen Zwilling habe ich unter den mir vorliegenden Kristallen nicht beobachtet.

An den Kristallen waren folgende Formen vorhanden:

$c (001) \propto P$; $b (010) \propto P_{\infty}$; $m (110) \propto P$; $r (210) \propto P 2$; $n (230) \propto P^{3/2}$; $u (120) \propto P 2$; $e (\bar{1}01) \propto P_{\infty}$; $\kappa (\bar{1}02) \frac{1}{2} P_{\infty}$; $t (\bar{1}03) \frac{1}{3} P_{\infty}$; $*\tau (\bar{1}05) \frac{1}{5} P_{\infty}$; $x (011) \propto P_{\infty}$; $w (016) \frac{1}{6} P_{\infty}$; $y (012) \frac{1}{2} P_{\infty}$; $f (112) \propto \frac{1}{2} P$; $*\lambda (118) \propto \frac{1}{8} P$; $p (\bar{2}16) \frac{1}{3} P 2$; $o (\bar{3}16) \frac{1}{2} P 3$.

Von diesen Formen waren an dem von Becke untersuchten Whewellit die Formen κ , τ , y , λ , nicht ausgebildet. Dagegen waren die von Becke festgestellten Formen $j (119)$, $h (1.1.10)$ und $q (\bar{3}19)$ an meinen Kristallen nicht vertreten.

Die Formen $\tau (\bar{1}05) \frac{1}{5} P_{\infty}$ und $\lambda (118) \propto \frac{1}{8} P$ sind für Whewellit neu.

Bemerkungen zu einigen Formen.

Hier führe ich nur diejenigen Formen an, welche an den von Becke untersuchten Whewellitkristallen von diesem Fundorte nicht ausgebildet waren.

$\kappa (\bar{1}02) \frac{1}{2} P_{\infty}$ ist als neue Form von mir schon am Whewellit von Zwickau festgestellt worden. Hier ist sie an zwei Kristallen vorhanden, ziemlich schmal, giebt jedoch ganz gute Reflexe, die gemessenen Werte weichen jedoch viel mehr von den berechneten ab, als beim Whewellit von Zwickau:

$$\kappa (\bar{1}02) : c (001) = 44^{\circ} 20' \text{ gem.}, 44^{\circ} 36\frac{3}{4}' \text{ ber.}, 2 \text{ Kanten.}$$

Das neue positive Orthodoma $\tau (\bar{1}05)^{1/5} P \infty$ ist an einer Fortwachsung mit recht ausgedehnten und sehr guten Flächen ausgebildet und die Messungen stimmen mit den berechneten Werten recht gut überein:

$$\tau (\bar{1}05) : c (001) = 18^\circ 26\frac{1}{2}' \text{ gem.}, \quad 18^\circ 28\frac{2}{3}' \text{ ber.}, \quad 2 \text{ Kanten.}$$

Die neue negative Pyramide $\lambda (118) — \frac{1}{8} P$ ist an einem Kristall durch große, fein geriefte aber dennoch gut reflektierende Flächen vertreten.

	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$\lambda (118) : c (001)$	$13^\circ 10'$	$13^\circ 18\frac{1}{2}'$	2
$: e (\bar{1}01)$	$80^\circ 34'$	$80^\circ 46'$	2
$: e (10\bar{1})$	$99^\circ 26'$	$99^\circ 14'$	2

Die Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel ist bei der großen Zahl der Messungen zufriedenstellend und für die Mehrzahl der Messungen aus folgender Übersicht ersichtlich:

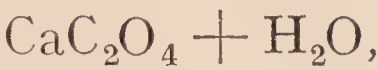
	Gemessen:	Berechnet:	Kanten:
$b (010) : r (210)$	$67^\circ 32\frac{1}{2}'$	$67^\circ 35'$	6
$: m (110)$	$50 28$	$50 28\frac{1}{2}$	12
$: n (2\bar{3}0)$	$38 56\frac{1}{3}$	$38 56$	8
$: u (120)$	$31 10$	$31 13$	8
$c (001) : m (110)$	$76 56$	$76 58$	4
$: w (016)$	$12 15$	$12 18$	12
$: y (012)$	$33 6\frac{1}{2}$	$33 11$	2
$: x (011)$	$52 35$	$52 36$	12
$: \tau (\bar{1}05)$	$18 26\frac{1}{2}$	$18 28\frac{2}{3}$	2
$: t (\bar{1}03)$	$30 45$	$30 52$	3
$: \kappa (\bar{1}02)$	$44 20$	$44 36\frac{3}{4}$	2
$: \epsilon (\bar{1}01)$	$70 32$	$70 30\frac{1}{2}$	14
$: f (112)$	$39 4\frac{1}{2}$	$39 6$	2
$: \lambda (118)$	$13 10$	$13 18\frac{1}{2}$	2
$e (\bar{1}01) : x (011)$	$78 20\frac{1}{2}$	$78 18\frac{1}{2}$	2
$: \lambda (118)$	$80 34$	$80 46$	2.

Die Dichte wurde mittels der Suspensionsmethode zu 2.226 bei 17°C bestimmt.

Eine vom Herrn Privatdozenten Dr. F. Plzák freundlichst ausgeführte Analyse ergab:

C ₂ O ₃	49·38 %
CaO	38·83
H ₂ O	12·31
<hr/>	
	100·52

Diese Zahlen verweisen auf die bekannte Formel



welche erfordert:

C ₂ O ₃	49·32%
CaO	38·35
H ₂ O	12·33
<hr/>	
	100·00

Zum Schlusse füge ich eine stereographische Projektion (Fig. 8) sämtlicher bekannten Formen und für die neuen Formen auch eine Winkeltabelle für zweikreisige Messungen als Ergänzung der von Becke²¹⁾ berechneten Tabelle bei:

Winkeltabelle.

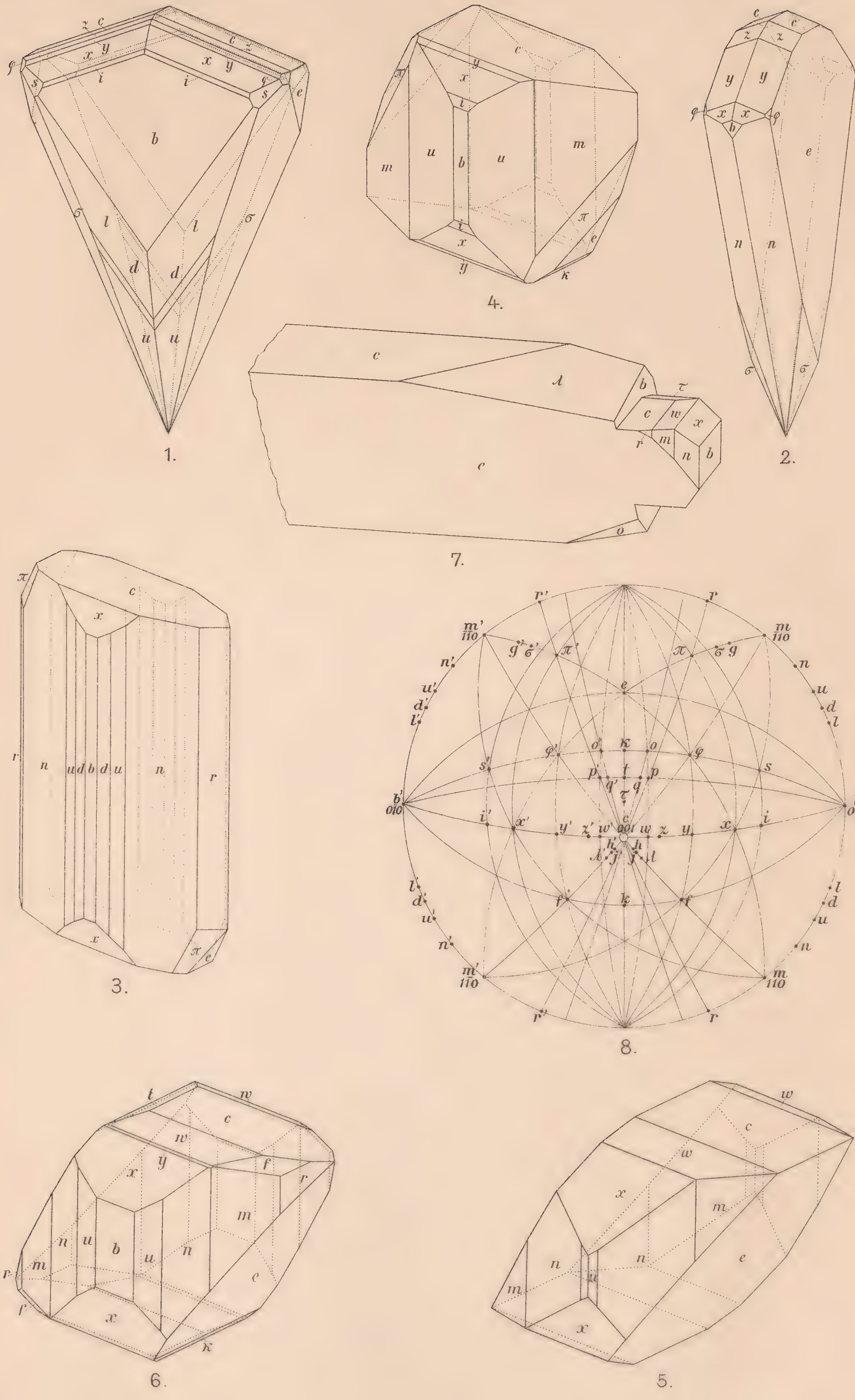
Whewellit.

$a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677, \beta = 107^{\circ}0'.$
 b (010) polargestellt, erster Meridian $b \times c$.

	φ	ρ		φ	ρ
τ ($\bar{1}05$)	$18^{\circ}28\frac{2}{3}'$	$90^{\circ}0'$	λ (118)	$— 10^{\circ}9\frac{1}{4}'$	$81^{\circ}21'$
κ ($\bar{1}02$)	$44\ 36\frac{3}{4}$	$90\ 0$	φ ($\bar{1}12$)	$44\ 36\frac{3}{4}$	$58\ 47\frac{1}{3}$
d (250)	$73\ 0$	$25\ 52$	π ($\bar{2}11$)	$88\ 37$	$66\ 29\frac{1}{3}$
i (032)	$0\ 0$	$27\ \frac{1}{2}$	σ ($\bar{3}21$)	$94\ 54\frac{1}{2}$	$60\ 11$
			g ($\bar{4}31$)	$98\ 1$	$57\ 21$

Mineralogisches Institut der k. k. böhmischen Universität
in Prag.

²¹⁾ Tschermak's Min. Mit., 1907, 26, p. 402.



Die epiphytischen Mykorrhizen nach neuen Untersuchungen.

Von

Dr. **Jaroslav Peklo** in Prag.

(Mit einer Tafel und 5 Textfiguren.)

Vorgelegt am 7. Feber 1908.

I.

Monotropa Hypopitys L.

Angeregt durch die interessanten Tatsachen, welche die physiologische Pflanzenanatomie aus dem Studium der aus den verschiedenartigen Symbiosen resultierenden Strukturverhältnisse gewonnen hat, unternahm ich in den Jahren 1904 und 1905 Untersuchungen über die Mykorrhizen von *Monotropa Hypopitys* L. Ich habe selbständig eine Reihe von Resultaten erzielt, welche teilweise schon durch die *Dougal'sche* (I) Arbeit konstatiert worden sind. (Diese konnte ich jedoch erst nach Beendigung meiner Arbeit bekommen.) Meine Beobachtungen haben mich zur Lösung der wechselseitigen Beziehungen geführt, welche in den Mykorrhizen der Waldbäume (*Carpinus*, *Fagus*) obwalten, welche ich nach einer Zeit auch in Untersuchung genommen habe. Ich entschloß mich also, nach neuem Material meine Studien über *Monotropa* zu erneuern und erlaube mir die Ergebnisse als Einleitung zu den epiphytischen Mykorrhizen überhaupt in Kürze mitzuteilen.

Das Material wurde von mir in Böhmen während verschiedener Jahreszeiten im humosen und sandig-tonigen resp. lehmigen Waldboden der Umgebung von *Rožďalovic*, *Kouřim*, *Silber-Skalic*, *Jevan* und *Pyšel* — also an Lokalitäten, welche von einander weit entfernt sind — in den Jahren 1904, 1905 und 1907 gesammelt. Weil die Würzelchen von *Monotropa*, insbesondere derjenigen Exemplare, welche aus dem tonigen Boden stammen, sehr heiklig sind, habe ich sie entweder an Ort und Stelle (in einem Gemisch von destilliertem Wasser, Alkohol und Formalin) kon-

serviert oder fixiert, oder in einer befeuchteten Leinwand heimgebracht und noch an demselben Tage untersucht. Die Fixierung der betreffenden Objekte geschah in der Flemming'schen Lösung, im Gemisch von Chrom-Osmium-Säure (1%) oder in der Němec'schen Flüssigkeit. Die Durchfärbung wurde mit Parakarmin, die Färbung mit Fuchsin S, Fuchsin S + Gentiana (nach Beizung mit Tannin), die inverse Tinktion (mittels Kalium-Stibium-Tartarats und Tannins) durch Smaragdgrün und Safranin, oder Safranin (Kerne) und Gentiana ausgeführt. Zur gründlichen Untersuchung gelangten so etwa 30 Exemplare.

Monotropa Hypopitys wurde, weil sie manchmal in einer sehr innigen Verflechtung mit den Würzelchen der Waldbäume, insbesondere der Kiefern, lebt, für einen Parasiten derselben gehalten. Auch ihr dänischer Name „Snylterod“ d. h. „parasitisches Wurzelwerk“, hat in dieser vermeintlichen Funktion seinen Ursprung. Doch mit Unrecht, wie schon S a r a u w (2, pg. 188) gezeigt hat. Ich selbst konnte mich niemals von dem Vorhandensein irgendeines Haustoriums bei ihr überzeugen. Ebensowenig hat F r a y s s e (3, pag. 61) solche gefunden. Doch pflegen — nach diesem Autor — die Würzelchen von *Pinus*, denen sich diejenigen von *Monotropa* anschmiegen, an dieser Stelle stärkefrei zu sein; diese Substanz soll da gelöst und von *Monotropa* absorbiert worden sein. Zur Erhärtung dessen wäre es freilich nötig, unzweifelhaft festzustellen, daß ihre Würzelchen Amylase ausscheiden, was bei den höheren Pflanzen bisher nicht konstatiert worden ist (so versichert z. B. L a u r e n t (4, pg. 99) — einer der Autoren, welche sich neuerdings mit dieser Frage beschäftigten — daß die Wurzeln von *Maïs*, *Pisum* und *Secale* aus den intakten Zellen die Amylase in die Kulturmilieu nicht ausscheiden), oder wenigstens, daß die Würzelchen von *Pinus* an jener Stelle wirklich Stärke ausbilden und lösen.

Je nachdem, ob die unterirdischen Organe von *Monotropa* im Humus oder in einem lehmig-sandigen Boden vegetieren, haben sie ein recht verschiedenes Aussehen. Die bisherigen Angaben, welche ihre Struktur beschreiben, beziehen sich — einige unklare Erwähnungen ausgenommen (Drude, 5, pg. 99) — sämtlich auf die humosen oder reinsandigen Formen (Kamiencki 6, Frank 7, Dougal 1). Ich will dieselben summarisch rekapitulieren und mit eigenen Beobachtungen zu ergänzen versuchen.

Die Absorptions-Organe der humosen *Monotropa*-Exemplare bestehen aus einer Menge von Saugwürzelchen, welche meist nicht gar lang sind und gewöhnlich in mehreren Ebenen den Mutterzweigen sich anschließen. Diese stellen entweder Zweige von einer höheren Ordnung dar oder gehen kontinuierlich in Hauptzweige über, welche dick werden, aber nicht als ein Rhizom oder eine Pfahlwurzel sich unterscheiden lassen, sondern alle untereinander gleichwertig sind. Die Struktur der seitenständigen Saugwurzeln ist ziemlich einfach, auch in der Region der Haube, welche

sehr reduziert ist und bisweilen nur aus einer einzigen Schichte besteht. Sie entsteht mit der Epidermis gemeinsam aus den Epidermis-Mutterzellen. Das Gefäßbündel ist auch bedeutend reduziert; es soll nach den Angaben der Autoren der Siebröhren entbehren. In den dicken Hauptzweigen, welche ich im folgenden kurz Rhizomäste nennen werde, wird es durch die Tätigkeit des Kambiums ergänzt. Die primäre Rinde wird aber nicht abgeworfen, sondern sie bleibt erhalten und schilfert sich höchstens an der Peripherie ab. Ihr Dickenwachstum erfolgt in der Weise, daß die alten Zellen, auch diejenigen, welche der Exodermis angehören, sich teilen, manchmal unregelmäßig, manchmal aber auch derart, daß z. B. mittels zweier senkrechter, mit einander paralleler Querwände die Mutterzelle in drei gespaltet wird. Das Gewebe, welches auf solche Weise entstanden ist, erinnert zwar einigermaßen an die Rinde z. B. der Eichen-gallen (K a m i e n s k i 6, pg. 18), es verdankt aber seine Entstehung einem ganz normalen Prozess, wie zum B. das Fleisch der großen Früchte. An den mächtigeren „Rhizomästen“ entstehen endogen Knospen, aus denen die blütentragenden Stengel sich entwickeln.

Der Mykorrhiza-Pilz erstreckt sich bei den humosen Exemplaren auf das ganze Wurzelsystem. Es wird vielleicht nicht einmal ein einziges Würzelchen ausgelassen und sehr oft bleibt er auch an den dicken Rhizomästen erhalten. Nur von einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Wurzeln wird er bei dem Dickenwachstum abgeworfen.

Manchmal ist auch die Wurzelhaube ringsumher umwachsen (Tafel-Figur 1), so daß das Wurzelsystem von *Monotropa* vom Humus wirklich durch den Pilz gänzlich separiert ist. Bei dem Vegetationspunkt bildet der Pilz gewöhnlich einen ziemlich dünnen Überzug, weiter schreitend wird er aber allmählich mächtiger; unter der gehobenen Kutikula bildet er ein Pseudoparenchym und dringt sehr früh zwischen die Epidermiszellen, indem er das sogenannte „Reseau d'Hartig“ bildet (Taf. 2, 3), wie von S a r a u w (8, pg. 4) das Hyphengeflecht genannt wurde, welches die Intercellularen der Epidermis ausfüllt. Doch bleibt er nicht auf die Wurzel-Oberfläche und die Intercellularräume beschränkt, sondern dringt auch mittels der Haustorien (D o u g a l 1, pg. 424) in das Innere der Epidermiszellen ein. (Taf. 2, 3, 4.) Es wurden gerade auf Grund der vermeintlichen Abwesenheit aller intracellulären Pilzorgane die epiphytischen Mykorrhizen von den endophytischen unterschieden. An dieser Einteilung kann man zwar, wie ich später an *Carpinus* und *Fagus* zeigen werde, gut festhalten, doch existiert freilich ein solches Unterscheidungsmerkmal bei *Monotropa* nicht. Die Haustorien habe ich bei allen Würzelchen ausnahmslos gefunden, bei den kurzen seitenständigen, sowie den rhizomartigen. Ihre Menge in einem Würzelchen ist bedeutend; so wurde in acht dünnen Mikrotomschnitten, welche zufällig aus 47 Seitenwurzel-Serienschnitten ausgewählt wurden, deren 40 konstatiert. In den älteren Wurzelpartien bleibt vielleicht nicht einmal eine einzige Zelle

von ihnen verschont. Vom Vegetationspunkt zu den älteren Teilen hin nimmt ihre Zahl zu. Manchmal dringen mehrere Hyphen als Haustorien in das Zellinnere ein. Beim Durchbrechen der Zellwand — es geschieht das gewöhnlich an der Oberseite der Zelle — pflegt der Pilzfaden keulenartig anzuschwellen; dann verlängert er sich und zielt gewöhnlich gerade nach dem Kern. (Taf. 3.) Wenn er diesen erreicht hat, so schwillt er an demselben zu einem gewöhnlich kelchartigen, mehr oder weniger gelappten Gebilde an.

Zuletzt kann die ganze Zelle von einer solchen Hyphe ausgefüllt werden (Taf. 4.), welche zuweilen einen nach dem Fixieren und Färben glänzenden und gelblichen Inhalt zeigt. Die Kerne pflegen keine durchgreifenden Veränderungen, insbesondere nicht im Chromatin, aufzuweisen; in den schön ausgebildeten Mykorrhizen verbleiben sie in der Größe etwa der Kerne der Dermatogenzellen, indem sie ein wenig größer als die subepidermalen sind, so daß sie wie etwas angeschwollen erscheinen. An den in toto mit Parakarmin durchgefärbten Schnitten zeigen sie sich anderen Kerne gegenüber heller, so daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß ein Teil ihres Inhaltes von den Hyphen aufgesogen wird; sie teilen sich jedoch niemals unter dem Einfluß der Haustorien, und degenerieren auch keineswegs, bis verhältnismäßig spät, etwa in der Zeit der Epidermis-Exfoliation. D o u g a l (1, pg. 424) betrachtet die Haustorien für atrophierte „Sporangiolen“, Reproduktionsorgane, welche die Funktion des Stoffwechsels zwischen dem Pilz und der Wurzel in der Art übernommen haben, daß der an der Wurzeloberfläche vegetierende Pilz seine Äste in das humose Substrat einsendet, welche hier Nährstoffe absorbieren und diese mittels der Haustorien der Nährpflanze übergibt („organs of interchange between the fungus and the seed plant“) welche letztere wieder ihr Wurzelsystem zu einem passenden Siedelungsort des Pilzes und zur Aufspeicherung des überschüssigen Materials eingerichtet hat. Aus der späteren Beschreibung der Wurzelformen der tonigen *Monotropen* wird aber vielleicht erhellen, daß der Hauptzweck der Haustorienbildung die Absorption der Nährstoffe aus den Würzelchen ist. Außerdem hat auch ein humoses Exemplar in dieser Beziehung auf derlei Verhältnisse einen Einblick gestattet. Der Pilzmantel bestand hier nicht aus nur locker verflochtenen Hyphen, wie es sonst bei den *Monotropa*-Mykorrhizen der Fall zu sein pflegt, sondern er wurde von einem kompakten Gewebe gebildet, dessen periphere Schichten kollabiert und abgestorben waren und ihn gegen den Humus umgrenzten. In der Nähe des Vegetationspunktes zogen sich in dichtem Geflecht dicke, braunschwarze Hyphen (die ganzen Mykorrhizen waren pech-schwarz); weiter unten erschien ein Pseudoparenchym, das aus kleinzelligen Ästchen entstanden ist, welche von den dickten Hyphen ausgingen. Nun fingen gerade unter diesem Pseudoparenchym Haustorien an zum Vorschein zu kommen. In den weiteren Wurzelpartien erschien das Parenchym in drei isolierten Feldern rings-

umher die Wurzelperipherie, über die anderen Stellen erstreckten sich bloß dicke Hyphen. Unter jeder Parenchyminsel waren zahlreiche Haustorien gebildet, während nach außen hin die Wurzel von toten, kollabierten Hyphen gänzlich abgeschlossen war. Es ist ersichtlich, daß das Pseudoparenchym nur aus den Stoffen, welche von dem Würzelchen mittels der Haustorien absorbiert wurden, entstehen konnte.

Die Haustorien pflegen in ihren unteren Partien gewöhnlich von einer dicken Plasmamasse umhüllt zu sein.

Doch wie läßt es sich erklären, daß der Pilz, obwohl er in das Zellinnere eindringt, doch dasselbe nicht vollkommen ausfüllt, wie es bei den

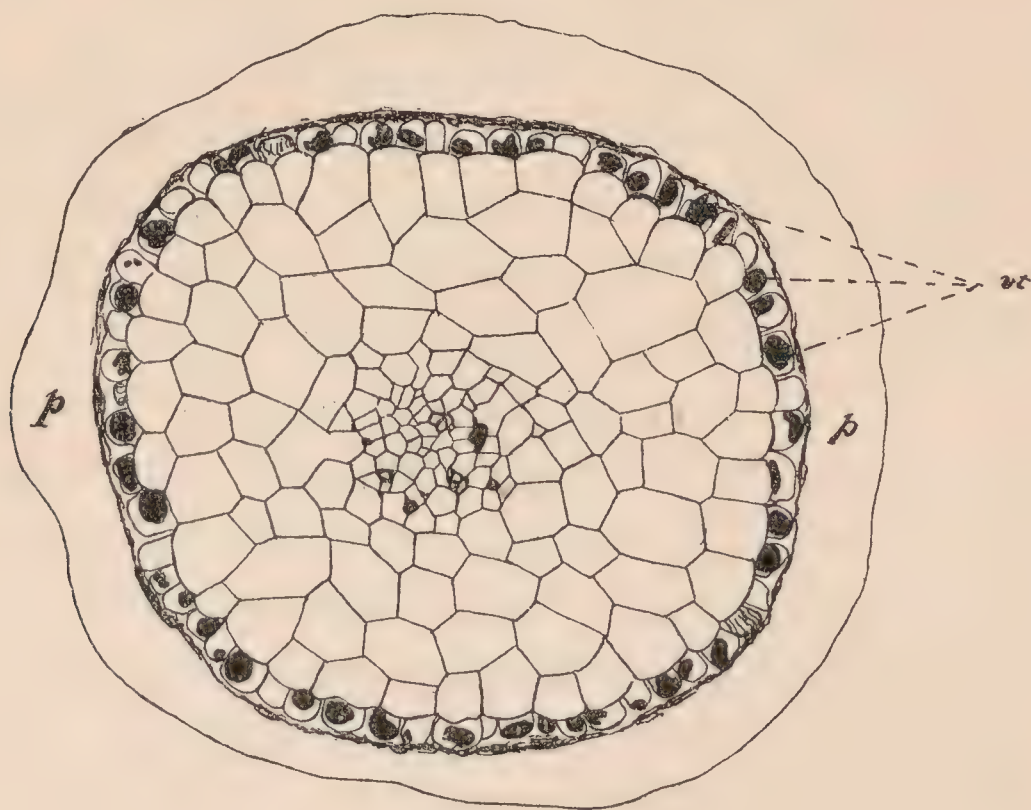


Fig. 1.

verwandten *Ericaceen* geschieht, sondern daß er sich bloß auf die Haustorien beschränkt? Der größere Teil des Innenraumes der Zelle wird von einer besonderen Vakuole eingenommen (Tafel 1., 2., Textfigur 1.), welche nur selten in mehrere kleinere sich teilt. Ihr Inhalt erscheint ohne Reagentien hyalin und stark glänzend, doch wird er schon beim Schneiden mit dem Rasiermesser rötlich. Mit Hilfe einer schwachen Ferrichloridlösung kann man die ganze Vakuole dunkelblau machen, mit 1% Osmiumsäure wird sie schwarz, nach der Einwirkung von Kalium-Bichromat läßt sich ihr Inhalt als ein brauner Stoff niederschlagen. (Wenn man die Schnitte in 10% Kalium-Bichromat fixiert, so ist es möglich, sie mit Wasser auszuwaschen, mit Benützung der üblichen Methoden in Paraffin überzuführen und mit dem Mikrotom in Schnitte zu zerlegen.) Es sind Gerbstoff-Vakuolen, welche den Hartwischen (9) aus der Nährschicht einiger Gallen ähnlich sind, die hier freilich, wie mir scheint, einen stark konzentrierten Inhalt führen. Ihre Anwesenheit ist den früheren Autoren, welche sich mit den *Monotropa*-Mykorrhizen beschäftigten, entgangen, obwohl schon Drude (5, pg. 44) genug Gerbstoffe in der Epidermis der *Monotropa*-Würzelchen konstatiert hat. Kamienski (6, pg. 13) war der Meinung, daß sich in den *absterbenden* Epidermis-

zellen Tannin zeigt. Die Haustorien dringen zum Kern gewöhnlich außerhalb der Vakuole, unterhalb oder oberhalb derselben. (Taf. 8.) Manchmal aber gelang es mir, zu beobachten, daß sie eine Vakuole auch zu durchstoßen imstande sind, indem sie deren Wand nach innen einstülpen (Taf. 5, 6, 7); diese Einstülpung kann fortschreiten, so daß die Vakuole schließlich sich in zwei teilen kann, zwischen denen dann das Haustorium durchläuft. (Taf. 9.) Der Fall wäre demjenigen ähnlich, den G u t t e n b e r g (10, pg. 26) bei brandigem *Mais* festgestellt hat, wo auch die in die Zelle eindringenden Hyphen die protoplasmatische Hautschicht nicht durchbrochen, sondern diese vor sich gerückt haben, bis eine Vakuole sich in zwei geteilt hat. Der Kern lag bei dem Beginn der Durchbohrung der Gerbstoffvakuole immer der eindringenden Hyphe gegenüber; doch läßt sich dies schwerlich so erklären, daß die aus ihm ausgehenden, chemotropisch wirksamen Stoffe die Vakuole durchdringen, eher diffundierten diese durch das Plasma von allen Seiten der Vakuole und die Hyphe hat dabei den sozusagen kürzesten Weg gewählt. Diese Vakuolen kommen schon in dem noch sehr jungen Dermatogen zum Vorschein; sie pflegen so lange erhalten zu bleiben, als die Epidermis unversehrt bleibt, man kann sie z. B. auch in den Rhizomen unverändert auffinden. Wenn die Epidermis zu kollabieren anfängt, was augenscheinlich durch die Tätigkeit der sich aufblähenden Exodermiszellen geschieht, so nimmt die Größe der Vakuolen ab und sie verschwinden schließlich. Gleichzeitig nimmt der Haustorieninhalt eine braune oder ähnliche Farbe an, worauf die Haustorien auch abzusterben pflegen; wenn in dieser Zeit vielleicht der Pilz den Vakuolengerbstoff zu seiner Ernährung benützen könnte, so geschähe es freilich zur Zeit, wo die epidermalen Zellen schon absterben und wo sich erwarten läßt, daß aus anderen Vakuolen verschiedene Säuren und ähnliche Stoffe diffundieren können und zur Spaltung der Gerbstoffe beitragen. Sonst verbleiben in der normalen Epidermis, welche sich auf den weitaus größten Teil der Wurzeln erstreckt, die Vakuolen mit durchaus unverändertem Volumen und Reaktionscharakteren, weiter ließen sich die erwähnten Stoffe in den Haustorien nicht genau präcis bestimmen, so daß die Gerbstoffe für die direkte Ernährung der Pilzfäden keine größere Bedeutung haben. Im Gegenteil, sie dienen sicher der Pflanze zur Abwehr gegen die Hyphen, was mit den repulsiven Wirkungen stärker konzentrierter Tanninlösungen gegenüber den Schimmelpilzen in gutem Einklang steht. (B o k o r n y II.)

Vor dem Eindringen in die tieferen Wurzelpartien wird die Pflanze vorzüglich durch die Exodermis (Interkutis) geschützt.

Schon in den Schnitten, welche durch die älteren Wurzelteile geführt werden, erscheinen die äußeren tangentialen und radialen Wände der Exodermis stärker verdickt als die übrigen. Daß sie auch chemisch von den anderen Zellwänden sich unterscheiden, kann man leicht mittels der Reagentien feststellen. So wurde durch eine frische Lösung von Chlor-

zinkjod in den Schnitten aus gut ausgebildeten Mykorrhizen die Epidermis stellenweise schwach violett und der größte Teil des übrigen Gewebes violett bis blau gefärbt. Die Endodermis war aber auffallend gelb, ebenso wie auch die Exodermis in dem größten Teil ihrer Wände. Nur diejenigen Wandpartien, welche dem inneren Gewebe benachbart waren, zeigten einen schwach violetten Farbenton. Diese Färbungsprobe hat sich auch in den Schnitten aus ganz jungen Mykorrhizapartien bewährt.

Weitere Untersuchungen habe ich mit der Chromsäure angestellt. In einen Tropfen konzentrierter Säure wurden Schnitte eingelegt, welche aus verschiedenen Mykorrhizen hergestellt wurden; die betreffenden Gewebe wurden in folgenden Zeitintervallen gelöst:

1. In den jüngeren Partien, die Epidermis in 1—5 Minuten, Exodermis 8—10.

2. In den älteren Ep. in 1—5, Ex. 15—20.

3. In einem Würzchen, welches schon kollabierte Epidermis trug, Exodermis nach mehr als $\frac{1}{4}$ Stunde.

4. In einer älteren Mykorrhizapartie nach der Exfoliation der Epidermis erhielt sich die Exodermis $\frac{1}{2}$ Stunde.

Die Resistenz der Exodermis hat sich hauptsächlich in der peripheren tangentialen und in der äußeren Partie der radialen Wände geäußert. Die Endodermis blieb noch dann erhalten, wenn die Interkutis schon gelöst war; schließlich löste sich aber auch jene auf.

In der 40% Chromsäure haben sich die Cellulose enthaltenden Gewebe vollständig nach einer Stunde gelöst, andere nach $1\frac{1}{2}$ Stunden.

Es offenbart sich also die Exodermis sicher als resistenter als die anderen Gewebe. Ihre Resistenz ist zwar schwächer als diejenige der Endodermis und bei beiden freilich kleiner als z. B. der Kutikula aus dem *Aloë*-Blatte, welche in denselben Proben sich durchaus intakt erhielt. Es dürfte vielleicht die Verkorkung die Ursache sein, was die Hyphen an dem Vordringen verhindert (Müller 12). Es läßt sich tatsächlich in den Schnitten konstatieren, daß nicht einmal die Kutikula vom Mycelium durchbohrt wird, sondern daß dieses unter jene eindringt und sie ein wenig hebt. In den unter der Interkutis liegenden Geweben habe ich nur selten Pilzfäden angetroffen, und überhaupt niemals wurde von mir in den *Monotropa*-Würzelchen ein stärkeres Auftreten irgend eines inneren, endophytischen Pilzes konstatiert.

Das Wurzelnest der *Monotropa*-Pflanzen, welche in einem tonigen Boden vegetieren, unterscheidet sich beträchtlich von dem der humosen Exemplare. Schon durch die Verhältnisse ihres Vegetationsbodens. Die letzteren erstrecken sich nämlich ganz an der Oberfläche des Bodens, während die tonige Form immer mehr oder weniger tief zu suchen ist; manchmal erstreckt sie sich bis zur Tiefe von 3 dm hin. Auch der Habitus beider Vegetationsformen ist ganz verschieden: die humosen Individuen bilden kompakte Klumpen, welche manchmal ganz klein sind; sie bestehen

aus vielfach verflochtenen Würzelchen, welche aber meistens eine nicht gar große Länge erreichen. Die tonige Form wird von Wurzeln gebildet, welche oft nur in einer Ebene sich verzweigen (Textfig. 2, 3), dafür aber meistens verlängert sind, so daß das Wurzelgeflecht bedeutend auseinandergebrochen zu sein pflegt. Bisweilen ist es überhaupt unmöglich, eine Grenze zwischen den einzelnen Individuen zu ziehen, welche ein Wurzelnest bilden. Es pflegt natürlich oft mit großen Schwierigkeiten verbunden zu sein, die ursprüngliche Form des Wurzelklumpens klar zu stellen,



Fig. 2.



Fig. 3.

weil die Würzelchen manchmal in vermodertes Holz oder ähnliche Gegenstände einwachsen, oder mit Lehm zusammengeklebt sind und außerdem sehr brüchig sind. Mir scheint es aber, daß die Ausbreitung der Nester und eventuell nach dem Abfaulen einiger Partien auch die Vermehrung ihrer Anzahl durch eigene Triebwurzeln vermittelt wird, wie ich solche an einer Fundstelle, wo der Boden ganze Wurzelkomplexe unversehrt aufzuheben gestattete, besonders gut verfolgen konnte.

Es waren dies Gebilde, welche bei einer, manchmal bis 1 dm übersteigenden Länge eine dünne (Textfig. 1, 3, 4, 5), entweder langgestreckte oder wie eine Uhrfeder zusammengerollte Form aufwiesen. Häufig habe ich sie entweder völlig ohne Seitenwurzeln oder nur mit spärlichen angetroffen. Verzweigten sie sich, so war es auffallend, daß die Seitenorgane keine großen Unterschiede in der Länge zeigten und namentlich ließen sich nur selten an ihnen Ästchen dritter Ordnung konstatieren. Sie erweckten also gewissermaßen den Eindruck, als ob sie lange Zeit überhaupt ohne Verzweigung gewachsen wären und daß, als sie die Seitenwurzeln auszubilden begannen, dies bei allen fast gleichzeitig geschah.

Es wäre vielleicht nicht unpassend, auf ihre gewisse, obzwar sehr entfernte und gewiß nur äußerliche Ähnlichkeit mit dem Wurzelträgern von *Selaginella* hinzuweisen.

Die Mykorrhizen sind bei den Exemplaren, welche in einem tonigen Boden vegetieren, beiweitem nicht so schön ausgebildet, wie bei den humosen. Zwar kann man Individuen antreffen, welche für mykorrhizaführend gehalten werden müssen, doch zeigen auch diese immer

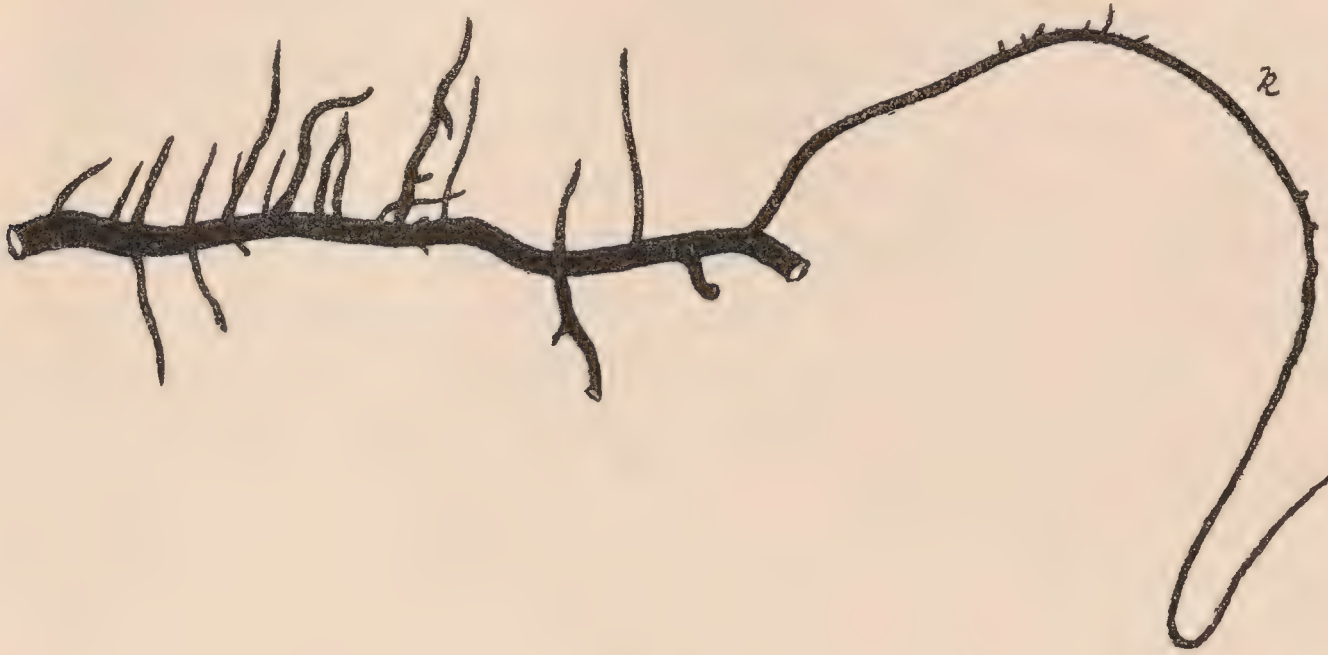


Fig. 4.

zahlreiche Würzelchen, welche mykorrhizafrei sind. Danach lassen sich alle möglichen Übergänge im Vorkommen der Mykorrhizen konstatieren, bis zu Exemplaren, welche eine so geringe Menge von Würzelchen mit der Mykorrhiza besitzen, daß diese für die Ernährung des betreffenden Individuums überhaupt keine Bedeutung haben kann. So besaß z. B.



Fig. 5.

ein Exemplar nur 5 Wurzeln mit der Mykorrhiza, dagegen 30 mykorrhizafreie. Die Wurzelnester, welche in einer größeren Menge infiziert sind, zeigen einen mehr oder weniger scholligen Habitus, was offenbar eine Folge häufigerer Wurzelverzweigung ist; namentlich die verlängerten Triebwurzeln treten bei ihnen in den Hintergrund.

Vom anatomischen Standpunkt kann man da, was das Maß der Infektion betrifft, folgende Stufen unterscheiden:

1. Wirkliche Mykorrhizen, d. h. Würzelchen, welche mit einem mehr oder weniger bedeutenden Pilzmantel von einer regelmäßigen Struktur, wie ich diese bei der humosen Form geschildert habe (Reseau, Haustorien), versehen sind.

2. Würzelchen, welche nur einen Mycelium-Überzug zeigen, d. h. eine dünne Schicht von Pilzfäden, welche unregelmäßig verlaufen.

3. Würzelchen mit reiner, wenigstens relativ, Oberfläche; nur stellenweise verlaufen darauf spärliche Hyphen.

Nun zeigte z. B. ein Exemplar, welches vielleicht als mykorrhiza-führend betrachtet werden müßte, folgende Verhältnisse: Hauptwurzel (im Folgenden werde ich solche Würzelchen mit eingeklammertem 1 bezeichnen; z. B. 1(1) bedeutet ein Würzelchen erster Ordnung, eine „Triebwurzel“, 1(2) ein Würzelchen zweiter Ordnung, „Saugwurzel“): sehr schwache Mykorrhiza; 3(2): schwacher Mantel; 2(2): sehr schwacher Mantel; 1(2), sehr junges Würzelchen; Ø Mantel.

1(1), lang: Ø Mantel; 3(2): Mantel.

1(1), kürzer: Mantel; 2(2): Mantel.

1(1), länger: sehr schwacher Mantel; 3(2): schwacher Mantel.

1(1), schlank: die Pilzfäden in einem lockeren Mantel; 1(2): Mantel. 2(1): Mantel.

1(1): sehr schwacher Mantel.

1(1): sehr schwacher Überzug; 1(2): schwacher Mantel; 2(2): Mantel.

1(1), sehr dünn, endständig: Mantel; 1(2): Mantel.

Wie weit die Infektion bei demselben Exemplar variieren kann, wird vielleicht aus folgendem Protokoll erhellen:

Wurzelzweig A.

1(1), ziemlich lang, schlank: dicht von Hyphen ohne Mykorrhiza-charaktere umspinnen.

3(2), sehr kurz: ähnlich.

1(1), lang: schwacher Überzug.

1(2), kurz, dünn: schwacher Überzug.

B.

1(1), etwas dicker: dünner, aber dichter Hyphenbeleg.

1(1), dick: dünner Mantel ohne Reseau.

1(2), dick: Überzug, Ø Mykorrhiza.

1(1), dicker: Ø Myk.

1(1), dicker: Ø.

C.

1(1), ziemlich lang und dick: stellenweise schwacher Mantel.

1(1), länger: schwacher Überzug.

1(1), länger: Ø Mykorrhiza.

1(1), länger: stellenweise schwächerer, stellenweise stärkerer Überzug.

- 1(1), länger: sehr schwacher Überzug.
 1(2), sehr kurz: dünner Pilzbeleg.

D.

- 3(2), ziemlich dick: schwacher Überzug.
 2(2), dünn: stellenweise sehr schwacher Mantel.
 2(2), dicker: feiner, dichter Überzug.

E.

- 1(1), ziemlich dünn: schwacher Mantel, Reseau, Mykorrhiza.
 1(1), dünn: Ø Mykorrhiza.
 1(1), sehr dünn: dünner Überzug.
 1(1), ziemlich dick: dünner Mantel.
 1(1), länger, dick: Überzug.
 1(1), kürzer: Mykorrhiza (Mantel).
 1(2), sehr kurz: Ø Mykorrhiza.
 1(2), länger: sehr schwache Mykorrhiza.

F.

- 2(1), ziemlich lang, dicker: Mykorrhiza.
 1(1), „ „ „ : Überzug.
 1(1), dick: Mykorrhiza.
 1(2), dünn: Ø Myk.
 1(2), ziemlich lang, dünner: schwache Mykorrhiza.
 3(1), kurz: Myk.
 1(1), länger: Überzug.

G.

- 3(1), ziemlich lang, dicker: Myk.
 2(2), ziemlich lang, dünner: Ø Myk.
 1(1), ziemlich lang: schwacher Mantel
 1(1), endständig: Ø Myk.

I.

- 3(2), schöne Mykorrhiza.
 1(1), dick: Myk.
 1(1), dünner: Myk.
 2(1), dünn: Ø Myk. u. s. w.

Auch ganze Partien können gegenüber anderen merkliche Unterschiede in der Infektion aufweisen; so führten z. B. die Zweige A) und B) keine Mykorrhizen, während an dem Aste I) diese in Menge ausgebildet waren. Wo eine größere Anzahl der Mykorrhizen zur Ausbildung gelangt, so pflegt die betreffende Partie eine knäuelartige Form anzunehmen. Man könnte aber kaum aus der gegebenen Übersicht ersehen, warum einige Würzelchen überhaupt keine Mykorrhiza führen. Es könnte

vielleicht den Anschein haben, daß es besonders die verlängerten, also schneller wachsenden Wurzeln sind; aus ihrer Form war es aber nicht ersichtlich, ob ihr Wachstum in der Beobachtungszeit nicht schon aufgehört hatte. Gleichwohl gab auch hier die nähere anatomische und insbesondere die cytologische Untersuchung, von der später noch die Rede sein wird, eine Erklärung der tatsächlichen Verhältnisse. Dagegen liegen diese klar vor Augen bei zahlreichen Würzelchen, welche bei ihrer beträchtlichen Verlängerung unter dem Vegetationspunkt eine mehr oder weniger, bisweilen bis einige *cm* lange, hyaline, gegen die übrige braune Partie weißliche Zone führten. Diese verdankte zweifellos einem schnellen Wachstum ihren Ursprung, in der Beobachtungszeit befand sie sich sicher noch im Wachstumsstadium, und entbehrte vollständig einer Mykorrhizastruktur. Hingegen gelangte in dem unteren Teil solcher Würzelchen ein sehr oft beträchtlich dicker Mantel mit Haustorien etc. zur Ausbildung. So bleibt es, nach meiner Meinung, wenigstens für diese Fälle sicher, daß durch rasches Wachstum diese Triebwurzeln von den Mykorrhizastrukturen sich befreit haben. (Ähnliches hat S a r a u w [8, pg. 13] bei den Waldbäumen konstatiert.)

Interessante Details haben mir die schon erwähnten „Wurzelträger“ geboten. Diese, meistens durch beträchtliche Länge sich auszeichnenden Gebilde pflegten neue, von Wurzelnestern bisher nicht durchwachsene Bodenpartien zu erobern. Die Würzelchen, welche aus ihnen entstanden sind, gelangten also sehr wahrscheinlich an Orte, wo der Pilz in einer kleineren Menge vorhanden war als an dem Standorte der Mutterwurzeln, wo das Wachstum desselben erleichtert wurde. Nun ließ es sich erwarten, daß überhaupt die Infektion unmöglich irgendwie intensiv fortschreiten könnte. Die Daten, welche zwei beliebig ausgewählten „Wurzelträger“ betreffen, waren:

An der Axis A:

Seitenwürzelchen, $1\frac{1}{2}$ *dm* lang: sehr kurzer, dünner Mantel hinter dem Vegetationspunkte, dann Überzug.

$1\frac{1}{2}$ *mm*, dicker: Überzug.

Sehr kurzes Würzelchen, dicker: Überzug.

$1\frac{1}{2}$ *mm*, sehr dünn: äußerst dünner Pilzbeleg.

2 Wurzeln unmittelbar hinter dem Vegetationskegel: Überzug.

$1\frac{1}{2}$ *mm*, dicker: sehr dünner Überzug.

„Wurzelträger“ B:

$1\frac{1}{4}$ *mm*, dicker: absterbender Mantel, obwohl die Wurzel sonst völlig gesund war.

1 *mm*, dicker: Ø Mykorrhiza.

$\frac{3}{4}$ *mm*, dünn: Ø Mykorrhiza, ohne Überzug.

$1\frac{1}{2}$ *mm*, dünn: Ø Überzug.

$\frac{3}{4}$ *mm*, dicker: sehr schwacher Überzug.

$\frac{1}{4}$ *mm*: Ø Überzug.

1½ mm, dünn: Überzug.

Beide Achsen hatten stellenweise schwachen Überzug, in dem größten Teil der Länge aber waren sie ganz hyphenfrei (wenigstens relativ). Es waren weder an der einen, noch an der anderen Triebwurzel Mykorrhizen ausgebildet.

Die anatomische Untersuchung der Struktur der Seitenwürzelchen sowie ihrer Achsen ergab nun, daß die Epidermis entweder überhaupt, auch bei diesen geringfügigen Größen, nur auf eine ganz kleine Strecke weit erhalten bleibt — ich konnte diese z. B. ganz genau bei den 1½ mm Würzelchen nur in der Länge von ½ mm verfolgen — und dann sich abschilfert, oder bald abstirbt, und, indem sie an der Exodermis sitzen bleibt, kollabiert. Die „Wurzelträger“ hatten die Oberfläche nur mit Exodermis bedeckt, dem die kollabierte Epidermis stellenweise noch anhaftete. (Taf. 13, ex.)

Auch in den anderen Fällen, welche ich im Vorhergehenden als „Überzug“-führend bezeichnet hatte, war die Epidermis entweder vollkommen exfoliiert oder abgestorben und kollabiert. Wo immer dagegen der Mantel mit Haustorien, also die Mykorrhizenstruktur, vorhanden war, zeigte sich allemal die pünktliche Koïnzidenz mit dem Vorhandensein einer lebenden und sonst intakten Epidermis. In den Mikrotomschnitten war die plasmatische Zellenstruktur unversehrt, was aus ihrer Verfärbung nach der Einwirkung plasmatischer Farbstoffe (Fuchsin-S, Parakarmin, Smaragdgrün etc.) zu ersehen war, die Kerne speicherten beim Färben am Objektträger intensiv den Farbstoff auf (die erwähnten Unterschiede in der Färbbarkeit der Kerne der den Mykorrhizapilz ernährenden Epidermen und der anderen Gewebe bei den humosen Mykorrhizen konnte ich bestens in Präparaten, welche in toto mit Parakarmin durchgefärbt werden, verfolgen) — die mykorrhizafreien Würzelchen besaßen dagegen intensiv gefärbtes Plasma und Kerne (Taf. 10, ž, p) nur auf eine kurze Strecke vom Vegetationspunkte an, in derselben traten (nach der Fixation mit Chrom-Osmiumsäure und Färbung mit S-Fuchsin) auch die Gerbstoff-Vakuolen grau-blau hervor (10, v. t.), in der folgenden Partie, wo die Epidermis abzusterben begann (10., od. p.), verlor jedoch das Plasma und die Kerne ihre Färbbarkeit, der Vakuoleninhalt zerfiel in gelbliche Körnchen, in den Zellen begannen eventuell — augenscheinlich fremde — Hyphen sich einzunisten, während unter der Epidermis die Zellen der Interkutis nach aufwärts sich aufzublähen anfangen und zuletzt die Epidermis vertraten. (Taf. 10., ex.)

Es wurden auch solche Fälle vorgefunden, wo der Pilzmantel nur stellenweise an der Wurzeloberfläche entwickelt war. So hatte eine Wurzel, welche 24 mm lang war, die ersten 2 mm samt dem Vegetationskegel (Partie a) kahl, schön weiß und etwas dünner als die folgende Partie (b), welche von dem sie bedeckenden Mycelium weiß war; der übrige Teil (c) war schließlich wieder myceliumfrei. Der erste Teil besaß die Epi-

dermis nicht einmal auf $\frac{1}{2}$ mm Länge vom Vegetationskegel an, dann folgte, sie ablösend, die Interkutis. In der Partie *b* war auf der Epidermis mit Haustorien der Mantel ausgebildet; in der Partie *c* tritt die Exodermis hervor, welche von einem sehr schwachen, eng anliegenden, aus braunen Hyphen bestehenden Überzug umspinnen ist.

Ich habe im Vorhergehenden die Würzelchen, deren Oberfläche von einer Pilz-Umhüllung bedeckt war, als mykorrhizafrei bezeichnet. In der größten Anzahl der Fälle wird sie sehr wahrscheinlich vom Pilz gebildet, welcher unter anderen Umständen die Mykorrhiza-Strukturen entstehen lassen würde. Es sprechen dafür hauptsächlich alle möglichen Übergänge, welche man zwischen der Mantel-Struktur und der „Umhüllung“ an den Würzelchen konstatieren kann. Es ist nicht schwer, Mykorrhizen aufzufinden, die einen hohen Mantel (mit Haustorien), einen niedrigen und endlich einen nur aus einigen Mycelium-Schichten bestehenden, einem Überzuge ähnlichen Mantel tragen. In denjenigen Partien, welche der absterbenden Epidermis benachbart sind — dieses Absterben geschieht aber nicht unter dem Einfluß des Mantels, wenigstens habe ich niemals beobachtet, daß unter diesem Gebilde die Epidermiszellen in größerer Menge durch die von ihm entsendeten Hyphen infiziert wären — kann man sehr oft feststellen, wie der Mantel auf einmal niedrig wird, seine Hyphen auf eine niedrige Schicht, welche aus parallel verlaufenden Hyphen besteht, sich beschränken, eventuell in ein Mycelium von unregelmäßiger Struktur sich verflechten. Dagegen kann eine die absterbende Epidermis umspinnende Umhüllung in einer älteren Partie in geschichtete Struktur übergehen, und da kommen sogleich darunter die Haustorien zum Vorschein, die Epidermiszellen sind gestreckt, zeichnen sich in den Schnitten durch Verfärbung ihrer plasmatischen Strukturen aus und verursachen an einer weiteren Stelle wieder eine Mykorrhizastruktur. Es ist freilich nicht ausgeschlossen, daß in einigen Fällen jene Überzüge wirklich durch „fremde“ Pilze hervorgerufen werden. Doch wie kommt es, daß in einigen Fällen die Epidermis nicht abstirbt?

Betrachten wir die Struktur der normalen Würzelchen. Für solche kann man jene langen Triebwurzeln halten, welche am Ende oder noch in einer längeren Partie schneeweiß sind und der Mykorrhiza vollständig entbehren, und deshalb das Urteil erlauben (Wurzelhaare bei der *Mono-tropa* habe ich niemals gefunden), daß sie intensiv wachsen, unter günstigen Bedingungen, ohne jede — wenigstens direkte — Beihilfe eines fremden Organismus vegetieren, und daß sie die ursprüngliche Struktur der Organe zeigen werden.

Nun hat eine solche, 7 cm lange, an der ganzen Körperlänge weißliche, vollständig mykorrhizafreie Wurzel folgende Verhältnisse gezeigt: Epidermis bis zur Länge von etwa 3 mm von dem Vegetationskegel, dann Exodermis.

3 ähnliche, dünnere und dickere, einige *cm* lange Würzelchen; sie waren am Ende schön weiß; Epidermis in der Länge von 1.4, 0.6, 1 *mm* vom Vegetationskegel, dann folgte die Exfoliation.

Andere kürzere Würzelchen, in der Länge von 14, 9 und 11 *mm*, hatten die Epidermis in der Länge von 1, resp. über 1, bei der dritten auch über 1 *mm* vom Vegetationskegel an erhalten.

Es ist also für *Monotropa* charakteristisch, daß bei den Würzelchen, welche in normalen, ursprünglichen Verhältnissen vegetieren, die Epidermis nur eine sehr kurze Zeit fungiert. Daß die Epidermis in älteren Wurzelpartien von der Exodermis abgelöst wird, ist eine allgemein bekannte Erscheinung. Hier geschieht dies sehr frühzeitig, augenscheinlich als eines der zahlreichen Verteidigungsmittel gegen die Infektion seitens der Pilzfäden während der Zeit, wo die Wurzelernährung vielleicht selbständig erfolgen kann.

Dagegen kann man bei den humosen Mykorrhizen auch an den Rhizomen die intakte Epidermis antreffen.

Am nächstliegenden wäre die Erklärung, daß die Hyphen dies verursachen, welche zwischen die Epidermiszellen eindringen und diese gewissermaßen netzartig, als ein Reseau, umspinnen. Man könnte vermuten, daß ihre harten, chitinösen Zellwände die Kollabierung und Exfoliation der Epidermis unmöglich machen, welche durch die Aufblähung der Exodermis bei dem gleichzeitigen Dickenwachstum des Würzelchens verursacht wird; wenn dann der Mantel die Wurzelhaube ringsumher umschließt, können die Reseauhyphen in ihrer Funktion mittels einer Spannung, welche zur Wurzeloberfläche zielt, unterstützt werden. Daß diese Spannung eine solche Größe erreichen könnte, daß sie eigentlich noch im Gegenteil eine Herabdrückung der Epidermis von oben herbeiführte, kann man mit Recht bezweifeln, weil der Mantel der *Monotropa*-Mykorrhizen, wie schon erwähnt, größtenteils sehr locker gebaut ist. Und weiter kommen Mykorrhizen vor, deren Wurzelhauben vollständig nackt sind, bei welchen man also an jene Stützfunktion des Mantels nicht denken kann. Überdies habe ich Exemplare gefunden, bei denen der ganzen Wurzellänge nach überhaupt kein Reseau ausgebildet war, so daß man erwarten könnte, daß die Epidermen samt dem Mantel, welcher mit ihnen nur mittels der Haustorien zusammenhängt, leicht abgeworfen würden, und doch geschah es nicht. Es wäre übrigens auch im ersten Falle die mechanische Erklärung der Mykorrhizastruktur nicht vollständig; das Reseau könnte zwar die Kollabierung der Epidermis-Zellwände verhindern, doch der Umstand, daß ihr *plasmatischer* Inhalt am Leben bleibt, könnte kaum anders erklärt werden, als durch Annahme irgendeines Reizes, welcher bei den erwähnten Spannungen im Spiel ist.

Dagegen scheint mir eine andere Erklärung weit plausibler zu sein. Die Haustorien dringen in die Epidermiszellen sehr früh ein, schon in diejenigen des Dermatogens, welche einen reichen plasmatischen Inhalt

aufweisen. Die Hyphen darüber pflegen mitunter vollständig solitär aufzutreten und vom Réseau pflegt noch keine Spur vorhanden zu sein.

Die Haustorien treten mit einem Organ in Verbindung, welches von einer großen Wichtigkeit für den Metabolismus der Zelle ist, nämlich mit dem Kern, ohne daß aber dadurch seine rapide Degeneration herbeigeführt würde. Später werden ganze Zellen ringsumher mit den Hyphen umspinnen. Schon *Magnus* (113) hat den intercellulären Hyphen die Fähigkeit zugeschrieben, osmotisch aus dem Innern der umhüllten Zellen Nährstoffe zu schöpfen, und daß dies in den epiphytischen Mykorrhizen von *Fagus* und *Carpinus* in beträchtlichem Maße geschieht, werde ich später nachzuweisen versuchen. Für die *Monotropa* wird nun vielleicht keine Ausnahme gelten, die Hyphen des Réseaus schöpfen gewiß osmotisch von den in den Plasmavakuolen, welche sich außerhalb der Gerbstoffvakuole befinden, gelösten Kohlenhydraten und ähnlichen Stoffen. Auf solche Weise wird eine sehr intime Wechselbeziehung zwischen dem Parasiten und der Wirtspflanze bewerkstelligt, eine Beziehung, welche schon im Vegetationspunkte, wo die Struktur der folgenden Wurzelpartie determiniert wird, sich geltend macht. Indem die Haustorien in das Dermatogen oder die junge Epidermis eindringen, reizen sie diese Zellen, indem sie dieselben ihrer Nährstoffe berauben, heben sie die Harmonie auf, welche zwischen der Epidermis und dem übrigen Wurzelgewebe geherrscht hat; in die Epidermis strömt eine größere Flut von Reservennährstoffen, und diese wird zu einem Nährgewebe, welches zugunsten der Bedürfnisse des Parasiten differenziert ist.

Damit stehen in gutem Einklange die anatomischen Verhältnisse, wie ich sie bei den verschiedenen Infektionsstufen der tonigen Exemplare vorgefunden habe. Oft kann man einen Mantel antreffen, welcher erst hinter dem Vegetationspunkte ausgebildet ist, davor und dahinter befindet sich dann die abgestorbene Epidermis. Es ist augenscheinlich durch die Infektion der meristematischen Zellen des Vegetationspunktes entstanden, aber die Dermatogenselemente, geradeso wie die „vormanteligen“, welche nach ihm differenziert wurden, wurden nicht derart attackiert, wie immer das kommen mag, *dass* sie nicht absterben könnten. Der Mantel entsteht nicht einmal dann, wenn die *hinter* dem Vegetationspunkte liegenden, aber nicht zu weit davon entfernten Epidermiszellen von den Haustorien durchbohrt werden, wie ich in zahlreichen Schnitten zu konstatieren vermochte. Es wird in diesem Falle höchstens ein nur höherer Überzug mit den Haustorien gebildet, aber die Epidermiszellen sterben in kurzer Zeit ab und die Pilzumhüllung differenziert sich nicht weiter. Es ist nötig also, daß der Reiz, welcher von den Pilzhypen ausgeht, bestimmt junge Dermatogenzellen antreffe, damit die Mykorrhizenstrukturen entstehen können.

Einmal habe ich ein Würzelchen gefunden, welches fast seiner ganzen Länge nach intakte Epidermis besaß; die Kerne waren (in der Mikrotom-

serie) intensiv gefärbt und das Plasma unversehrt (ob die Gerbstoff-Vakuolen vorhanden waren, vermag ich nicht anzugeben, weil das Präparat mit Pikrin-Essig-Schwefelsäure fixiert war, wobei keine dem Inhalte der Vakuolen entsprechende Durchfärbung gewählt wurde), obzwar weder ein Mantel noch eine Pilzhülle ausgebildet war. Dafür waren die Zellen mit Haustorien infiziert, welche von einzelnen die Wurzeloberfläche umspinnenden Hyphen ausgingen und direkt die Kerne attackierten. (Taf. 14. h.) Warum keine Mykorrhiza sich ausgebildet hat, vermag ich nicht anzugeben; vielleicht hing es irgendwie mit der relativen Dicke des betreffenden Würzelchens zusammen. Doch auch dieser Fall ist ein Beweis dafür, daß die Erhaltung der lebenden Epidermis am Wurzelgeflecht von *Monotropa* durch einen Reiz bedingt ist, der von den Haustorien ausgeht.

Die Funktion der Epidermis als Nährgewebe wurde in einigen Zoocecidien konstatiert (K ü s t e r, 14, 250). So verändert sich in sog. Beutellgallen die Epidermis der Blattunterseite durch Anhäufung der Eiweißstoffe oder sie bildet noch dazu eigentümliche Nährhaare aus. Auch die Epidermis der Blattoberseite kann einen ähnlichen Funktionswechsel erfahren, so z. B. in den Gallen, welche bei *Euphorbia Cyparissias* durch *Perisia Capsulae* verursacht werden. (H o u a r d, 35.) Bei *Monotropa* wird zum weiteren Fungieren und Funktionswechsel ein Gewebe gereizt, welches sonst bald obliterieren würde. Ähnlich entwickelt sich in weiblichen Blüten von *Caprificus*, welche von *Blastophaga* infiziert wurden, das Endosperm in derselben Weise wie bei den befruchteten Blüten und dient der Larve als Nährgewebe, während die Blüten, welche nicht befruchtet und von der Wespe nicht besucht wurden, atrophieren (L e c l e r c, 16, pg. 14).

Sowie man eine pünktliche Koïncidenz bei den Mykorrhizen konstatieren kann bezüglich des Vorhandenseins des Mantels, der Haustorien und der Epidermis, so treten auch immer in dieser Kombination die Gerbstoffvakuolen auf. Wo eine Pilzhülle allein oder nur eine Intektion dritten Grades vorhanden ist, lassen sich jene Erscheinungen nicht in einer normalen Differencierung verfolgen. Ich habe Würzelchen von einem Exemplar, welches in einem humos-tonigen Substrat gewachsen ist, in 1% Osmiumsäure-Lösung eingelegt. In dieser werden die Vakuolen mit unveränderten Umrissen fixiert, wobei zugleich ihr Inhalt ganz schwarz wird. (Nach nochmaliger Evakuierung mittels einer Wasserstrahl-Luftpumpe und nachfolgender Injektion habe ich die Mykorrhizen in Kalium-Bichromat fixiert; so lassen sie sich auch mit unveränderten Strukturen konservieren.) Die benutzten Würzelchen waren entweder weiß von der Pilzmenge, welche an ihrer Oberfläche wuchs, oder braun, mycelfrei, und haben fast dieselbe Länge erreicht. Die ersteren wurden schon in 2—5 Minuten an der ganzen Oberfläche schwarz (Taf. 11.); die zweiten haben nicht einmal nach einer längeren Zeit eine Schwärzung

erfahren. Bei der näheren Untersuchung ergab sich, daß die Vakuolen Ursache der Schwärzung waren; die Epidermis war von einem Mantel bedeckt, welcher Haustorien entsendete. Die Oberfläche der braunen Würzelchen war von der abgestorbenen Epidermis eingenommen (Taf. 12.), welche nur abgestorbene Kerne und hie und da einen graulichen, diluerten Inhalt führte; nur stellenweise waren an der Oberfläche vereinzelte Hyphen anzutreffen. So kann man mittels Schwärzung auch isolierte Mykorrhiza-inseln sichtbar machen gegenüber Partien, wo die Infektion durch keine gesetzmäßigen Beziehungen geregelt wurde. Es stellen also die Mykorrhizen von *Monotropa* Gallen vor, in welchen die Epidermis als Nährgewebe fungiert, indem Haustorien mit ihren Kernen in einen intimen Zusammenhang treten. Ihre Zellen liefern, mit Hyphen umsponnen, dem Pilz Material zum Aufbau des Mantels. Durch die Gerbstoffvakuolen und die kutinisierte Exodermis wird dagegen der Pilz in bestimmten Grenzen gehalten. Diese Gallen weisen zwar eine primitive Struktur auf, zugleich aber demonstrieren sie instruktiv die wechselseitigen morphotischen Reaktionen beider Organismen.

Es erübrigt noch die Frage zu erörtern, ob überhaupt oder bis zu welchem Grade die Symbiose der *Monotropa*-Pflanze sich als vorteilhaft erweist. Die cytologischen Verhältnisse fallen, gerade wie in anderen Fällen, wo der eine Symbiont nicht destruktiv auftritt, sicher nicht ins Gewicht. Ebenso wäre es auch dann, wenn der Nachweis gelänge, daß für das Keimen des *Monotropa*-Samens der Pilz nicht ohne Bedeutung ist, die Entwicklung der Samen und die eventuelle Rolle des Pilzes hiebei zu erforschen, weil es, ebenso, wie bei der *Neottia*, sehr wahrscheinlich ist, daß der *Monotropa*-Samen in der Natur nur sehr selten zum Keimen gelangt. Doch durch die Vergleichung der beiden *Monotropa*-Formen, der tonigen mit der humosen — von welchen diese konstant und an allen Würzelchen Mykorrhizen ausbildet, jene in allen möglichen Stufen sich von ihnen zu befreien strebt — bin ich zu dem Schlusse genötigt, daß bei der humosen Form der Pilz zum Leben der Wirtspflanze notwendig ist. Die tonigen Formen ernähren sich wahrscheinlich selbstständig; auch in demselben Walde habe ich neben Exemplaren, welche im Humus vegetierten und typisch mykorrhizaführend waren, Individuen angetroffen, welche in tiefere, tonige Bodenpartien herabgestiegen waren und welche sogleich den Pilz einzubüßen begonnen hatten. Es sind das vielleicht die Feuchtigkeitsverhältnisse, durch welche das heiklige Wurzelgeflecht genötigt wird, von den oberen, humusärmeren Bodenpartien größere Tiefen aufzusuchen. Außerdem fällt aber auch die Kleinigkeit der humosen Exemplare ins Auge, soweit sie nämlich keine zusammenhängenden Nester bilden; man kann z. B., weil solche Exemplare ganz an der Erdoberfläche zu vegetieren pflegen, eine solche Pflanze bequem mit der Hand ausheben. Die Humusmenge aber, welche im Innern des Wurzelnestes enthalten ist, ist ganz unbedeutend (Ähnliches gibt

Dougal für *Pterospora* an; s. Dougal 17, pg. 34), zur Ernährung des Saprophyten sicher nicht ausreichend, und die Behauptung, daß der Pilz von der Nest-Oberfläche auf größere Entfernungen im Humus sich erstreckt, ist kaum haltbar. Er bleibt immer auf eine mehr oder weniger um die Wurzeloberfläche herumliegende Schicht beschränkt und isoliert gewissermaßen auf solche Weise das Würzelchen von dem umgebenden Medium. Doch ist die Meinung der Autoren kaum zutreffend, nach der nur so die Ernährung von *Monotropa* stattfinden könne, daß die Pilzhypphen aktiv in die Wirtszellen Nährstoffe zuleiten — weil im Gegenteil ihre Beziehungen zu den Geweben von *Monotropa* sich als antagonistisch erweisen. Aber gerade das ist für den Aufbau des Pilzmantels bei den *Monotropa*-Mykorrhizen charakteristisch, daß er größtenteils locker und von einer Menge Intercellularen zwischen den Hyphen durchdrungen ist — auch unter der abgeschälten Kutikula kann man in der Nähe der Epidermis selbst zwischen den Fäden Intercellularräume konstatieren. Und daß der Mantel gewissermaßen als *Velamen* an den Wurzeln einiger *Orchideen* fungiert, indem er das Sickerwasser im Innern des Wurzelgeflechtes behält, ist sicher sehr wahrscheinlich, wenn man sich vor Augen hält, daß die heikligen Wurzelnester im lockeren, zuweilen nicht einmal mit Laub zugedeckten Rohhumus sich sonst nicht erhalten könnten.*) Dieses Wasser, welches auf seinem Wege aus oft entfernteren Stellen an Humusstoffen bereichert wird, welche Stoffe mittelst verschiedener, von den Mykorrhiza-Pilzfäden secernierter Säuren zersetzt werden (Kunze 18, 393), gelangt auf rein mechanische, kapillare Weise durch die Pilz-Intercellularen bis zur lebendigen Epidermis und wird von dieser elektiv absorbiert, wie es sonst bei den nackten Würzelchen geschieht.

Hauptergebnisse:

1. Das Wurzelgeflecht von *Monotropa* tritt in zweierlei Form auf, je nachdem, ob es in einem lehmigen oder humosen Substrat vegetiert.
2. Ihre Unterschiede hängen eng mit der Infektionsstufe seitens des Mykorrhizapilzes zusammen.
3. Bei der ersten Form treten die Mykorrhizen weit in den Hintergrund, bis zu Exemplaren, welche sich davon völlig befreit haben: die andere erweist sich konstant als mykorrhizaführend.
4. Die Mykorrhizen sind Gallen (nach der Definition Küster's, 19), welche zwar primitiv aufgebaut sind, dafür aber instruktiv ihre Entstehung verraten.
5. Von Hyphen entsendete Haustorien dringen nämlich in epidermale, noch im Dermatogenzustand sich befindenden Zellen ein, und reizen

*) Auch die Absorption des kohlensauren Ammons aus der Luft durch den Pilzmantel scheint mir nicht ausgeschlossen zu sein.

dieselben, indem sie ihnen Nährstoffe entziehen, welche dann zum Aufbau des Pilzmantels gebraucht werden. Die Epidermis wird folglich nicht abgeworfen, wie es bei normalen und nicht genug inficierten Würzelchen geschieht, sondern bleibt erhalten und konstituiert ein Nährgewebe, in welchem aber zugleich große Gerbstoff-Vakuolen dem Pilze Grenzen setzen.

6. Obzwar die Mykorrhiza nicht für das Leben der Art unentbehrlich ist, so muß man sie doch als für die humosen Exemplare notwendig betrachten. Ihre Bedeutung dürfte darin liegen, daß die Hyphen Humuslösungen, welche durchsickernd zu den Würzelchen gelangen, zersetzen; nach dem diese die lockere Mantelstruktur, wie einen *Orchideen-Voile*, durchdrungen haben, werden sie von der Wurzeloberfläche selbst elektiv absorbiert.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. böhmischen Universität.

Tafelerklärung.

Alle Figuren wurden mit Hilfe des Leitzschen Zeichenapparates entworfen.

1. Längsschnitt durch den Vegetationspunkt einer Mykorrhiza, welche mit 10% Kaliumbichromat fixiert wurde. Mantel, Gerbstoff-Vakuolen (*vt*); Plasma und Kerne ausgelassen. Zeiss. Obj. *D*, Ok. 4.

2. Querschnitt durch eine weitere Mykorrhiza-Partie. Fix. ähnl. Gerbstoff-Vakuolen (*vt*), Haustorien (undeutlich). *D*, 5.

3. Querschnitte durch Epidermis-Zellen der Mykorrhizen. N ě m e c's Fixierungs-Flüssigkeit. Réseau, bei den Kernen Haustorien (*h*), dichtes Plasma.

4. Ähnliches. Ein beutelförmig aufgeblasenes Haustorium (*h*). 3. und 4. Hom. Imm. $\frac{1}{12}$ Ok. 4.

5., 6., 7., 8. Epidermis-Zellen ohne Réseau aus den Querschnitten durch die Mykorrhizen, welche mit Chrom-Osmium-Säure fixiert wurden. *vt* = Gerbstoff-Vakuolen, *j* = Kern. In 8. außerhalb der Vakuole, in 5., 6., 7. innerhalb der Vakuole ein Haustorium. Imm. $\frac{1}{12}$, 4.

9. Querschnitt durch eine Epidermis-Zelle, Kalium-Bichromat. *vt* = Gerbstoff-Vakuole, bei dem Kerne *j* beutelförmiges Haustorium. $\frac{1}{12}$, 4.

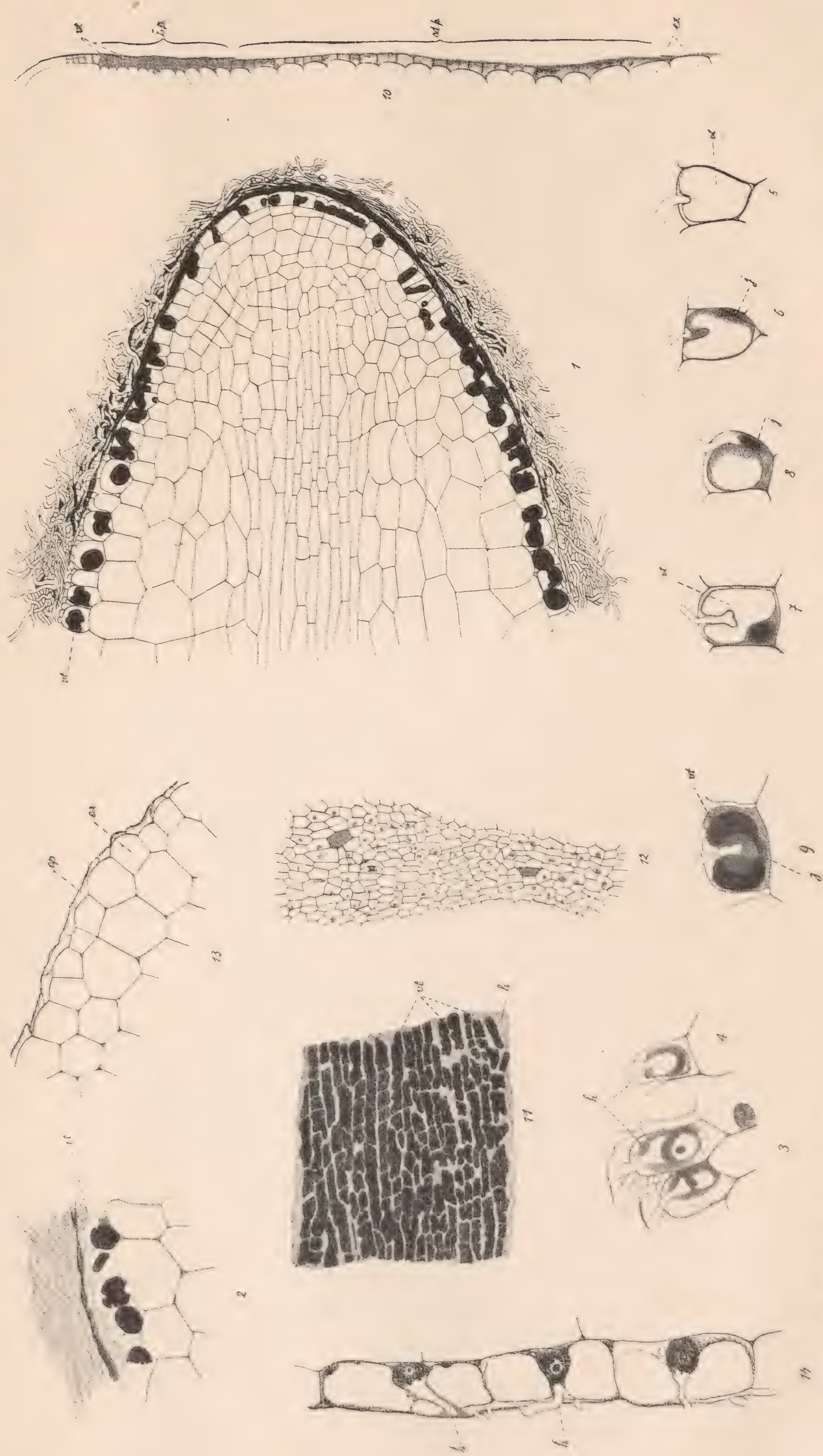
10. Längsschnitt durch eine Epidermis, welche bei ž. *p.* lebend (Kerne, *vt* = Gerbstoffe), bei *od. p.* abgestorben war; *ex* = Exodermis. *A*, 4.

11. Teil einer Mykorrhiza-Oberfläche nach der Einwirkung der Osmium-Säure; *vt* = Gerbstoff-Vakuolen, *h* = Hyphen. *A*, 4.

12. Teil einer pilzfreien Wurzeloberfläche nach der Einwirkung der Osmium-Säure. *A*, 4.

13. Querschnitt durch einen jungen Teil eines mykorrhiza-freien Wurzel-Trägers. *ex* = Exodermis, *ep* = Kollabirte Epidermis. *D*, 4.

14. Längsschnitt durch die Epidermis eines Mykorrhiza-freien Würzelchens, welche durch den Einfluß der Haustorien *h* sich erhalten hat. Imm. $\frac{1}{12}$, 4.



Dr. J. Peklo: Epifytické mykorrhizy.

Rozpravy II. tř. Ročník XVII. Číslo 5.

Textabbildungen.

1. Querschnitt durch eine Mykorrhize, Kaliumbichromat; *vt* = Vakuolen, *p* = Mantel. *A*, 4.
- 2., 3., 4., 5. Wurzeln von einer tonigen *Monotropa*. Natürliche Größe.
2. Teil eines kürzeren Zweiges.
3. Ende eines „Rhizoms“. *h* = Wurzelträger ohne Seitenwurzeln.
4. „Rhizom“ mit einem Wurzelträger, welcher Seitenwürzelchen zu treiben anfängt.
5. „Wurzelträger“.

Literatur.

1. D o u g a l a n d L l o y d, The roots and Mycorrhizas of some of the Monotropaceae. Bulletin of the New York Botanical Garden 1900.
2. S a r a u w, Rodsymbiose og Mykorrhizer soerlig hos Skovtraerne, Botanisk Tidskrift 1893, pg. 188.
3. F r a y s s e, Contribution à la biologie des plantes phanérogames parasites. Revue générale de Botanique. 1907, pag. 61.
4. L a u r e n t, Nutrition carbonée des plantes vertes. Revue générale de Botanique. 1904.
5. D r u d e, Die Biologie von Monotropa Hypopitys L. und Neottia Nidus avis L. 1873.
6. K a m i e n s k i, Les organs végétatifs du Monotropa hypopitys L. Mémoires de la société nationale des sciences naturelles de Cherbourg, 1882, pg. 5 seq.
7. F r a n k, Neue Mittheilungen über die Mykorrhiza der Bäume und der Monotropa Hypopitys. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, 1885.
8. S a r a u w, Sur les Mycorrhizes des arbres forestiers, Revue mykologique, 1903, pg. 4. des Separats.
9. H a r t w i c h, Über Gerbstoffkugeln und Ligninkörper in der Nahrungsschicht der Infectoria-Gallen. Berichte d. deutschen bot. Gesellsch., 1885, pg. 147.
10. G u t t e n b e r g, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen, 1905.
11. B o k o r n y, Selbstschutz der Pflanzen gegen Pilze. Biologisches Centralblatt, 1899.
12. M ü l l e r, Über die Metakutisierung der Wurzelspitze. Botanische Zeitung 1906, pag. 55.
13. M a g n u s, Studien an der endotrophen Mykorrhiza von Neottia Nidus avis. Pringsheims Jahrbücher, 1900, pg. 18.
14. K ü s t e r, Pathologische Pflanzenanatomie. 1903.
15. H o u a r d, Anatomie de la „Galle en capsule“ de l'Euphorbia Cyparissias L. Revue générale de Botanique, 1906, pg. 248.
16. L e c l e r c, Structure et développement de l'albumen du Caprifiguir. Revue générale de Botanique, 1908, pg. 14.
17. D o u g a l, Symbiotic Saprophytism, Annals of Botany, 1899, pg. 34.
18. K u n z e, Über Säureausscheidungen bei Wurzeln und Pilzhyphen, Pringsheims Jahrbücher, 1906.
19. K ü s t e r, Wichtige Fragen der pathologischen Pflanzenanatomie. Biologisches Centralblatt 1900.

Morphologische und phylogenetische Studien über die Familie der Umbelliferen.

I. Teil.

Von

Dr. **Karl Domin,**

Dozenten der Botanik an der k. k. böhm. Universität in Prag.

(Mit 3 Tafeln und 14 Textabbildungen.)

Vorgelegt am 8. Mai 1908.

Einleitung

Die Umbelliferen, wiewohl sie im nördlichen Florenreiche als eine natürliche und sehr einheitliche — man könnte beinahe sagen monotone — Familie erscheinen, bieten dennoch dem Morphologen so viel Interessantes, daß sie noch lange ein dankbares Materiale für vergleichende morphologische und phylogenetische Studien bleiben werden. Es ist aber unmöglich, bloß in einer einzigen Abhandlung die interessanten morphologischen Verhältnisse der ganzen Familie übersichtlich und erschöpfend zu behandeln; dazu würde kaum ein ganzes Buch genügen. Wir wollen es daher versuchen, in einer Reihe von Abhandlungen das Hauptsächliche über die Morphologie der Vegetations- sowie auch Reproduktionsorgane zusammenzutragen, ohne uns an eine schon im voraus bestimmte Ordnung zu halten. Die anatomischen Verhältnisse bleiben vorläufig durchaus unberücksichtigt. Der erste Teil ist vorwiegend der Morphologie der Vegetationsorgane der *Hydrocotyloideae* und *Saniculoideae*, der zweite jener der *Apioideae* gewidmet; ihm sind auch einige allgemeinere Erörterungen, die sich aus den morphologischen Verhältnissen der Vegetationsorgane ergeben, angeschlossen. Der 3. Teil wird sich voraussichtlich mit den Blütenverhältnissen und den Blütenständen der Umbelliferen eingehend beschäftigen, der 4. Teil soll den pflanzengeographischen Verhältnissen der Umbelliferen und deren vermutlicher phylogenetischer Entwicklung reserviert werden. Ein besonderes Kapitel soll den ver-

wandtschaftlichen Verhältnissen der Araliaceen zu den Umbelliferen gewidmet werden.

Die vorliegende Arbeit wurde zum großen Teil im botanischen Institute der k. k. böhmischen Universität durchgeführt; der Autor ist für zahlreiche Winke sowie für die Anregung zu dieser Arbeit seinem Lehrer und Gönner, Herrn Professor Dr. J. V e l e n o v s k ý, Direktor des botan. Gartens und Institutes, zum wärmsten Danke verpflichtet.

Außerdem hat der Verfasser sehr wertvolles Materiale für diese Arbeit in Kew gesammelt, wo er den Sommer 1907 verbrachte und wo ihm das Studium durch die große Liebenswürdigkeit der Herren Beamten im Herbarium sowie auch im Garten wesentlich erleichtert wurde. Einige Daten stammen auch aus den Herbarien oder den botanischen Gärten der Universitäten in Kopenhagen, Dahlem-Berlin, Lund, Stockholm.

Ergänzungen, resp. Berichtigungen sollen den folgenden Teilen hinzugefügt werden. Der Verfasser wäre für Zusendungen keimfähiger Samen der interessanteren Formen, besonders der süd- und zentralamerikanischen, der australischen und südafrikanischen zum großen Danke verpflichtet, da ihre Keimung interessante und wichtige Aufschlüsse zu liefern verspricht.

Prag, den 14. April 1908.

Botan. Institut der k. k. böhmischen Universität.

K. Domin.

1. Die Keimung der Umbelliferen.

Trotzdem eine Fülle von Beobachtungen über die Keimung einzelner Umbelliferen vorliegt, so fehlen doch Untersuchungen über einige merkwürdige Vegetationstypen, deren Jugendstadien vielleicht für die Deutung ihrer Organe im erwachsenen Zustande von hohem Interesse wären. Ich meine hiemit nicht nur die *Hydrocotyloideae*, deren Keimpflanzen aus verschiedenen Gattungen (*Didiscus*, *Hydrocotyle*, *Bowlesia* (incl. *Drusa*), *Schizeilema*, *Spananthe*) ich selbst zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, sondern in erster Reihe einige sehr abweichende Formen, wie z. B. *Ottoa*, *Lilaeopsis*, *Aciphylla*, *Ryticarpus*, *Enantiophylla* u. ä. Allerdings sind auch weitere Keimungsversuche mit den *Hydrocotyloideae* sehr versprechend, leider sind aber gerade von den wichtigsten Typen keimfähige Samen schwer zu erhalten.

Schon Aug. Pyr. De Candolle hat in seinen Studien¹⁾ die Keimung einzelner Umbelliferen untersucht und mehrere Keimpflanzen auf der Taf. XIX. abgebildet. Seitdem hat besonders D r u d e²⁾ die Kei-

¹⁾ Mémoire sur la Famille des Ombellif., Paris 1829.

²⁾ Umbelliferae, in Englers Pflanz.-Famil. III. 8, S. 107—108 (1897). □

mung verschiedener Arten verfolgt und auf der S. 108 eine neue Auswahl verschiedener Keimpflanzen der Umbelliferen bildlich zusammengestellt.³⁾

D r u d e schildert l. c. den Verlauf der Keimung folgenderweise: „Die angeflogenen Samen keimen (bei manchen orientalischen Arten) von der Sommerreife schon bis zum Herbste, in der Mehrzahl vom Herbste zum Frühjahr; zuweilen bleiben sie ein Jahr hindurch in der Erde. Dann streckt die Keimpflanze rasch ohne Ausnahme ihre ovalen oder lanzettlichen, tiefgrünen Kotyledonen über die Bodenoberfläche und entfaltet aus der Plumula das erste Laubblatt schon genau im Typus der Art, nur klein und unter Andeutung der später zur Vollendung kommenden Theilungen.“

Im allgemeinen verläuft die Keimung so, wie sie D r u d e schildert, aber es sind hier doch so viele Modifikationen und einige interessante Ausnahmen, daß ein fortgesetztes Studium an den Keimpflanzen der Umbelliferen auch für die Systematik sich nicht erfolglos zu zeigen verspricht.

Die Kotyledonen sind selten sitzend, in der Regel kurz bis sehr lang gestielt.⁴⁾ Bei breiten, eiförmigen oder eilänglichen Keimblättern (so z. B. bei *Sanicula*, s. Taf. I., Fig. 19) sind die Spreiten von dem Stiele meist scharf abgegrenzt, bei schmal linealen ist der Übergang der Spreite des Keimblattes in den Stiel oft undeutlich. Sitzende Kotyledonen sind z. B. oft bei *Eryngium* anzutreffen; vrgl. die Taf. XXIV. Fig. 7, 8 bei M ö b i u s⁵⁾ (Er. *Lasseauxi*?) und die Abbildung des keimenden Er. *Serra Cham.* & Schld. bei D r u d e.⁶⁾

Nicht selten wachsen die Keimblattstiele röhrig zusammen (Taf. I., Fig. 1, 7). Sind sie dabei nicht sehr verlängert, so entfaltet sich das erste Blatt aus der Plumula in der Mitte zwischen denselben, wobei sie den oberen Teil oft der Länge nach spaltet. Es geschieht aber sehr oft, daß die röhrenförmig verwachsenen Keimblattstiele eine außerordentliche Streckungsfähigkeit besitzen und eine beträchtliche Länge, mitunter sogar bis 10 cm, erreichen. In solchen Fällen erfolgt dann die Entfaltung der Plumula in verschiedener Weise. Entweder welken die Keimblätter bald ab und mit ihnen auch zum größten Teile oder ganz ihre Stiele, so daß dann die Plumula sich ohne Hindernisse weiter entwickeln kann. Dies scheint die Regel dort zu sein, wo durch die Anschwellung des Hypokotyls Knollen entstehen, wie z. B. bei *Smyrniurn perfoliatum* (Taf. I., Fig. 1, 2), welches noch später eingehend besprochen werden wird.

³⁾ Vrgl. außerdem auch Winkler in Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXXI. (1889), S. 97, Taf. I, und ibidem 1874, S. 6, 1885, S. 30.

⁴⁾ Bei *Crithmum maritimum* L. sind sie dickfleischig wie die Primärblätter!

⁵⁾ M ö b i u s in Prings. Jahrb. f. wiss. Bot. XIV. (1884).

⁶⁾ D r u d e, l. c. Fig. 46, G.

Einen anderen Modus habe ich z. B. bei der *Ferula Sadleriana* Ledeb. (Taf. I., Fig. 7) beobachtet. Hier durchbricht die sich entfaltende Plumula seitlich die röhrenförmig verwachsenen Keimblattstiele an der Basis derselben und streckt dann durch die auf diese Weise entstandene Längsspalte ihre ersten Blätter seitwärts neben den noch vollkommen frischen und grünen Kotyledonen über die Erdoberfläche.

Bei der *Ferula tingitana* L. (Taf. I. Fig. 8, 9), wo die verwachsenen Keimblattstiele viel kürzer sind, erfolgt die Entfaltung der Primärblätter in gewöhnlicher Weise.

In manchen Fällen tragen die Keimblattstiele auch endogene Adventivwurzeln, die häufig auch an dem hypokotylen Teil vorkommen.⁷⁾ Die Hauptwurzel geht oft bald zu Grunde und es entwickeln sich starke Seitenwurzeln, welche ihre Funktion übernehmen. Auch Möbius, indem er die Keimung der monokotylen-ähnlichen Eryngien bespricht, erklärt⁸⁾, daß „schon mit der Anlage der ersten Laubblätter das hypokotyle Glied Adventivwurzeln treibt, die sich bald stärker als die Hauptwurzel entwickeln.“

Die Primärblätter sind in der Regel schon im Typus der Art ausgebildet; nur selten erscheinen die Erstlingsblätter ungeteilt, nur mit schwacher Andeutung der definitiven Teilung. So verhält es sich nach P. De Candolle bei *Tordylium maximum* (l. c. Fig. 2); auch die in der Fig. 3 abgebildete Keimpflanze von *Heracleum angustifolium* hat nur am Rande seicht-lappige Primärblätter.

Bei Keimpflanzen von *Eryngium campestre* L. habe ich oft beobachtet, daß das erste oder die ersten Laubblätter ungeteilt sind; auch De Candolle zeichnet das *Er. maritimum* L. mit ungeteilten und nur gezähnten Primärblättern.

Die sehr abweichenden, monokotylen-ähnlichen Eryngien Südamerikas haben nach den Untersuchungen Möbius' und Druedes die Erstlingsblätter mit den definitiven fast gleich ausgebildet. Hingegen finden wir an den Keimpflanzen von einigen *Bupleurum*-Arten, daß die Primärblätter kurze, aber dennoch deutliche Blattstiele besitzen, was sehr wichtig ist, da diese Jugendstadien die Deutung der formentwickelten, blattstiellosen Blätter als phyllodine Blattstiele ausschließen. Auf der Taf. I. Fig. 15 ist das keimende *Bupl. longifolium* mit dem ersten, gestielten Blatte abgebildet;⁹⁾ Fig. 16 zeigt die Vernation der Blätter dieser Art in schematischer Darstellung.

Eine sehr seltene und beobachtenswerte Ausnahme bildet die *Thapsia garganica* L., eine stattliche, von Algerien bis nach Kreta und Rhodus

⁷⁾ Näheres hierüber siehe im folgenden Kapitel!

⁸⁾ Möbius, l. c. p. 420.

⁹⁾ Vrgl. auch die Abbildung der Keimpflanze von *Bupl. rotundifolium* bei P. De Candolle (l. c., Fig. 11), wo das Erstlingsblatt einen Stiel besitzt.

verbreitete Pflanze, deren zweijährige Pflänzchen uns die Fig. 11—12 (Taf. I.) vorführen. Hier sind die ersten, derben Blätter eilänglich oder eilanzettlich, ganzrandig, selten gedreit. Auf diese folgen dann *vollständig unvermittelt* die bis zu höherer Ordnung feinzerteilten Blätter, mit schmalen, linealen Abschnitten, wie sie dann an der erwachsenen Pflanze vorkommen. Diese Erscheinung ist hier um so interessanter, als die verwandten Gattungen (*Melanoselinum*, *Laserpitium*, *Polylophium*, *Torrabenia* und *Guil-lonea*) durchaus geteilte Blätter aufweisen.

Interessant ist es, daß auch bei der Araliaceen-Gattung *Hedera* dieselbe Erscheinung vorkommt, wie bei der Mehrzahl der Umbelliferen. Es sind hier (Taf. I. Fig. 13) nämlich die Primärblätter nicht, wie man vielleicht erwarten würde, ganzrandig, sondern schon von derselben Form wie diejenigen, welche an den sterilen Sprossen vorkommen, also gelappt, wiewohl die blühenden Zweige bekanntlich nur ganzrandige Blätter entwickeln. Dieser Umstand verrät, wie schon *Velenovský*¹⁰⁾ hervorhebt, (neben vielen anderen Momenten) die nahe Verwandtschaft der *Hedera* mit den Umbelliferen. Außerdem besitzen die Kotyledonen der *Hedera* eine biologische Eigentümlichkeit: sie sind lederartig, tiefgrün, noch im zweiten Jahre ganz frisch und verrichten die Funktion der Laubblätter.

Die Primärblätter der Umbelliferen besitzen schon normale Scheiden und sind im Wesen gleich gebaut wie die definitiven. Nur an der Keimpflanze von *Hydrocotyle vulgaris* L. können wir beobachten, daß das Erstlingsblatt keine Nebenblätter besitzt, das ihm nachfolgende aber schon gut entwickelte Stipulen trägt.¹¹⁾

Einige Umbelliferen, so z. B. die Gattungen *Bunium*, *Conopodium* und *Biasoletia*,¹²⁾ besitzen in der Regel nur einen einzigen, endständigen Kotyledon und sind somit als *Pseudomonokotylen* zu bezeichnen. Nach *Hegelmaier*¹³⁾ ist aber die Entwicklung dieses pseudomonokotylen Embryos wesentlich von jener der echten Monokotylen verschieden, indem der zweite Kotyledon eine selbständige Protuberanz bildet, aber rudimentär bleibt. Sein Rudiment ist von dem im reifen Stadium des Embryos deutlich entständigen Kotyledon durch eine kleine grubenförmige Einkerbung abgetrennt.

*Géneau de Lamarlière*¹⁴⁾ erklärt aber diese monokotylen Umbelliferen auf eine ganz andere Weise, indem er annimmt, daß der einzige Kotyledon durch, nur auf einer Seite erfolgte Verwachsung zweier ursprünglich freier Keimblätter zustande gekommen ist. Er sagt: „dans

¹⁰⁾ Vergleich. Morphologie der Pflanzen, II. Teil. S. 292 (1907).

¹¹⁾ Vergl. *Buchena* in Bot. Zeitg. XXIV. 360 (1866).

¹²⁾ Näheres siehe in dem Kapitel über Knollenbildungen.

¹³⁾ *Hegelmaier*, Bot. Zeitg. XXXIII. 75 (1875) und Vergl. Untersuchungen über Entwicklung dikotyledoner Keime. S. 138 ff., Stuttgart 1878.

¹⁴⁾ *Géneau de Lamarlière*, Développement de quelques Ombellifères in Révue gener. de Bot. V. (1893), 159—171, 224—229, 258—264.

les *Bunium* et les *Conopodium*, il faut admettre, que la concrescence n'a lieu que par un seul des bords de chaque cotylédon, les deux autres restant libres. Il n'y a pas de tube fermé comme dans les *Chaerophyllum*, mais plutôt une rainure ou une face plane. Un des faisceaux latéraux de chaque cotylédon disparaît, celui qui persiste, forme la nervure marginale du limbe unique résultant de la concrescence.“

Die kleine Protuberanz, welche Hegelmaier als Rudiment des zweiten Kotyledons ansieht, wurde Lamarlière eher für die verkümmerte Plumula halten. Er sagt darüber S. 229: „A cela, je répondrai que l'interprétation de cet organe rudimentaire si peu développé et dont les tissus ne se différencient pas, est bien risquée, et que sa valeur morphologique reste incertaine; et la théorie qui voudrait, que cette éminence soit la seule trace de la gemmule normale atrophiée et rejetée d'un côté par suite de la concrescence unilatérale des pétioles des cotylédons, me paraît tout aussi soutenable, que celle de M. Hegelmaier.“

Wenn wir aber die sorgfältigen Untersuchungen Hegelmayers und Irmischs mit jenen Lamarlières vergleichen, so müssen wir entschieden die Anschauungen jener als richtig erklären. Schon aus der Lage der kleinen Protuberanz¹⁵⁾ sowie aus dem Umstand, daß sich zuweilen an der Stelle derselben ein nur wenig kleinerer oder gleich großer Kotyledon entwickelt, kann man mit Sicherheit schließen, daß dieselbe ein Rudiment des zweiten Kotyledons darstellt, welches in der Regel auf einer sehr niedrigen Stufe seiner Entwicklung verbleibt, ausnahmsweise aber zu seiner ursprünglichen Form zurückzukehren vermag.

Daß es sich nicht um eine verkümmerte Plumula handeln kann, ist schon daraus ersichtlich, daß eine normale Plumula und keine adventive Knospe, wie Lamarlière meint, an der Basis des Keimblattstiels aufzufinden ist.

Wir kommen noch im 2. Kapitel auf die Erörterungen dieses Autors zurück, bemerken aber schon jetzt, daß sich die wahre Plumula bei den in Betracht kommenden knollentragenden Umbelliferen stets am oberen Ende des verdickten Hypokotyls zwischen den röhrenförmig zusammengewachsenen Keimblattstielen befindet. Nur bei den pseudomonokotylen Arten sitzt die Plumula in einer kleinen Aushöhlung seitwärts an der Basis der Keimblattstielloberseite und zugleich am oberen Ende des angeschwollenen Hypokotyls, wie schon Clos richtig bei *Bunium* beobachtete. Bei *Smyrniium* ist die terminale Plumula in der Keimblattstiellröhre eingeschlossen und sie kann erst später dieselbe seitwärts durchbrechen.¹⁶⁾

Schon aus dem Vergleiche verschiedener Arten mit ungleich langen Keimblattstielen sieht man ganz klar, daß auch in dem Falle, wenn der

¹⁵⁾ Vrgl. Hegelmaier, Dicotyledone Keime l. c. Taf. VII. Fig. 38—40.

¹⁶⁾ G é n e a u d e L a m a r l i è r e zeichnet aber bei *Smyrniium perfoliatum* und *rotundifolium* eine seitliche Knospe neben der Keimblattstiellröhre. Dies mag sich wohl auf den sekundären Zustand beziehen.

untere Teil derselben einer Wurzel gleich zu sein scheint, es sich dennoch nur um eine biologische Anpassung handelt, was schon daraus zu ersehen ist, daß der verwachsene, wurzelartige Teil hohl ist und daß eine normale Knospe stets erst unten, wo die Knolle anfängt, vorhanden ist. Es wäre absurd vorauszusetzen, daß einmal das ganze Gebilde bis zu der, der Knolle aufsitzenden Knospe (Plumula) nur Keimblattstiele seien, ein anderesmal aber, daß der untere Teil eine Wurzel darstelle, daß die Plumula vollständig abortierte und die Funktion derselben eine Adventivknospe, die aus der Wurzelknolle entstanden ist, übernommen habe. Die Verwachsung der Keimblattstiele ist an und für sich nichts so Merkwürdiges; wir finden ja alle Übergänge von vollkommen freien Keimblattstielen bis zu lang verwachsenen, wie sie z. B. bei *Smyrniium perfoliatum* anzutreffen sind. Als jene Umbelliferen, deren Keimblattstiele mehr oder minder röhrenförmig verwachsen, sind z. B.¹⁷⁾ *Smyrniium Olusatrum* L., *rotundifolium* DC., *perfoliatum* L., *Chaerophyllum bulbosum* L., *Conopodium denudatum* Koch, *Bunium Bulbocastanum* L., *alpinum* W. K., *Ferula communis* DC., *glauca* L., *Myrrhis odorata* Scop., *Thapsia villosa* L., einige *Eryngium* etc. bekannt.

Sehr merkwürdig ist die Keimung des sibirischen *Bupleurum aureum*, die von Van Tieghem¹⁸⁾ besprochen wurde. Bei dieser Art, deren Keimblattstiele zusammengewachsen sind (auf dieselbe Weise wie bei den genannten Arten), ist die obere Hälfte dieser Keimblattstiele negativ, die untere aber positiv geotropisch.

Es sind aber sehr viele Fälle bekannt, wo der Embryo abnorm mit mehreren Kotyledonen (3, sehr selten 4), mitunter aber auch nur mit einem einzigen keimt. Wenn man eine größere Kollektion keimender Umbelliferen untersucht, so findet man regelmäßig auch einige polykotyle, zuweilen auch pseudomonokotyle Pflänzchen. Solche habe ich z. B. bei der *Ferula tingitana* L. (Taf. I. Fig. 10) und *Orlaya grandiflora* Hoffm. beobachtet, sie sollen aber außerdem z. B. bei *Comium maculatum* L. nach Winkler gar nicht selten sein.

Trikotyle habe ich z. B. häufig bei verschiedenen *Eryngium*-Arten angetroffen, außerdem noch bei *Tordylium* und *Angelica*. Sie werden noch¹⁹⁾ z. B. bei *Trachymene* sp. (J u n g e r), *Bupleurum longifolium* (W y d l e r), *Amni majus* (D u c h a r t r e), *Petroselinum sativum* (J a e g e r, J u n g e r, E. H. K r a u s e), *Anthriscus Cerefolium* (F e r m o n d), *Anethum graveolens* (J u n g e r), *Archangelica officinalis* (F e r m o n d), *Daucus Carota* (derselbe, M a s t e r s) etc. erwähnt.

¹⁷⁾ Vrgl. G é n e a u d e L a m a r l i è r e, l. c., dann Recherches morphologiques sur la Famille des Ombellifères, 1893; Sur la germination de quelques Ombellifères in Assoc. franç. pour l'avancement des sciences, Congrès de Marseille, 1891.

¹⁸⁾ Ph. V a n T i e g h e m, Sur le germination du *Bupleurum aureum* in Bull. Soc. Bot. de France, 1891.

¹⁹⁾ Siehe O. P e n z i g, Pflanzen-Teratologie I. 509 ff. (1890).

Petroselinum sativum wird auch mit 4 Cotyledonen verzeichnet. Winkler fand bei *Daucus Carota* einen Kotyledon bedeutend breiter und dreilappig, den anderen normal.

Die Vermehrung der Kotyledonen ist durch Spaltung zu erklären, wie dies machmal an Übergängen direkt zu beobachten ist.

Mitunter wachsen die langen Keimblattstiele auf einer Seite der Länge nach zusammen, was deshalb wichtig ist, weil es uns die Entstehung der an beiden Seiten, oder röhrenförmig verwachsen Keimblattstiele, wie wir sie z. B. bei *Smyrniun* oder *Ferula Sadleriana* (Taf. I. Fig. 1, 7) kennen gelernt haben, erklärt. Einen solchen Fall sah ich z. B. sehr typisch bei *Anthriscus Vandasii* Velen. (aus Samen, welche Rohlena aus Montenegro mitgebracht hat) (Taf. I. Fig. 18), wo sonst die langen Keimblattstiele bis zu der Plumula frei sind (Taf. I. Fig. 17). Dasselbe hat auch Junger²⁰⁾ bei *Petroselinum sativum* und Winkler²¹⁾ bei *Sium latifolium* beobachtet.

2. Die Knollenbildung bei den Umbelliferen.

Es gibt eine Anzahl von Umbelliferen, welche sich durch knollenförmig verdickte unterirdische Teile auszeichnen. Leider ist die Morphologie dieser Knollen nur in wenigen Fällen näher studiert worden; für präzise Untersuchungen ist die Keimung und die weitere Entwicklung in vielen Fällen unentbehrlich. Im allgemeinen können wir aber behaupten, daß die zur Ehaltung der Pflanze dienenden Knollen *aus einem verdickten Hypokotyl entstanden sind*. Als ein typisches Beispiel wollen wir die Entwicklung der Knollen bei *Smyrniun perfoliatum* L. (hiez Taf. I. Fig. 1—3) verfolgen.²²⁾

Die Samen dieser Pflanze keimen entweder schon im Herbst, oder häufiger erst im nächsten Frühjahr. Die Keimpflanzen strecken im ersten Jahre ihre ovalen Kotyledonen über die Bodenoberfläche; zwischen ihnen würde man aber vergebens eine Plumula suchen, da die Kotyledonstiele, die hier eine außerordentliche Länge erreichen, in eine dünne Röhre verwachsen sind, unter welcher sich schon das schon im ersten Jahre angeschwollene, ein kleines Knöllchen bildende Hypokotyl befindet. Die Plumula befindet sich also an der Basis der röhrigen Keimblattstiele und am oberen Ende des zuerst dünnen, bald aber anschwellenden Hypokotyls. Allerdings ist es richtig, was Irmisch gegenüber Bern-

²⁰⁾ E. Junger, Abweichungen in der Zahl und Anordnung der Cotyledonen dicotyler Gewächse, Sitzungsber. der Gesell. Naturforsch. Freunde zu Berlin, 1869.

²¹⁾ A. Winkler, Über hypocotyle Sprosse bei Linaria, und über Verwachsung von Keimblättern, Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. XXII. 4 (1880).

²²⁾ Vrgl. auch G é n e a u d e L a m a r l i è r e in Revue génér. de Bot. V. 160 ff. (1893).

hardi sagt²³⁾, daß es insofern den wirklichen Verhältnissen nicht entsprechend ist, die Stiele als verwachsen zu bezeichnen, als die sehr lange und dünne Scheide dadurch gebildet wird, daß sie, ohne aus getrennten Teilen bestanden zu haben, an ihrer Basis lange weiterwächst.

Wenn wir den Keimblattstiel näher betrachten, so bemerken wir, daß sein oberer Teil durch weißliche Färbung auffällt, stets (wie es ja bei den Blattstielen überhaupt die Regel ist) ganz wurzellos ist. Auf den ersten Blick würde es uns verleiten, daraus zu schließen, daß mit diesem oberen glatten Teile die Kotyledonstiele aufhören, da der untere meist längere und dunklere Teil, der nicht nur Wurzelhaare, sondern auch lange endogene Wurzeln besitzt, den Eindruck einer echten Wurzel gewährt. In der Tat ist aber auch dieser Teil hohl und die Knospe sitzt erst am oberen Ende des später verdickten Hypokotyls, so daß kein Zweifel obwaltet, daß der ganze Teil als verwachsene Keimblattstiele zu betrachten ist.²⁴⁾ Diese Erscheinung ist morphologisch sehr wichtig, da wir hier sehen, daß auch das Blatt (das Keimblatt gleicht ja morphologisch einem Laubblatte und die Stiele sind nur seine Teile) unter gewissen Umständen die biologische Funktion der Wurzel übernehmen kann und zu diesem Zwecke nicht nur Wurzelhaare, sondern auch endogene Adventivwurzeln sich auszubilden imstande ist. Dieselbe Beobachtung bei der keimenden *Corydalis fabacea* und bei *Bunium Bulbocastanum* hat uns eingehend Velenovský in seiner „Vrgl. Morphologie“²⁵⁾ mitgeteilt.²⁶⁾

Aber die Keimblätter bei *Smyrniun* sind nicht von langer Dauer; sehr bald verschwinden sie gänzlich und da die Pflanze in demselben Jahre keine Blätter treibt, so bleibt von den Keimpflanzen überhaupt gar keine Spur übrig. Inzwischen wird aber die Knolle stärker und aus der an ihrem Ende befindlichen Knospe entwickeln sich, falls die Samen schon im Herbst aufgekeimt sind, im nächsten Frühjahr, sonst aber erst im zweiten Jahre die ersten Blätter, gleich im Typus der Art, nur kleiner und weniger geteilt, wie uns die Fig. 2 zeigt. Die Stiele dieser Primärblätter tragen schon an ihrer Basis kleine, umfassende Scheiden, mit häutigen Seitenlappen. Die Knollen verlängern sich dann, vergrößern sich bedeutend und treiben die ansehnlichen Blütenstengel. Die Form der Knollen ist aber nicht kugelig, sondern kurz rübenförmig (Fig. 3). Die Pflanzen sind meist nur monocarpisch (zweijährig), seltener perennierend. Das Perennieren erfolgt durch axillar angelegte Knospen.

²³⁾ Bei einem analogen Falle bei *Bunium* und *Chaerophyllum bulbosum*, siehe unten.

²⁴⁾ Schon J. Lubbock sagt in Phytobiolog. Observ. on the Forms of Seedlings and the Causes to which they are due (Journ. Linn. Soc. XXII. (1887) 377), daß die Kotyledonenstiele dieser Art verwachsen sind.

²⁵⁾ L. c. S. 304—305.

²⁶⁾ Dasselbe ist auch bei einigen Ranunculaceen der Fall. Vrgl. Th. Irmisch in Bot. Zeitg. XIV. (1856), S. 10.

Auf ähnliche Weise bilden sich auch die rundlichen Knollen bei *Bunium* und Verwandten, die aber in der Regel nur mit einem Kotyledon keimen. Die Entwicklung der Knollen bei *Bunium Bulbocastanum*, die auch in der erwähnten Arbeit Lamarlières verfolgt wird, schildert uns eingehend Irmisch,²⁷⁾ Velenovský²⁸⁾ und schon vorher Bernhardi,²⁹⁾ welcher aber — was ja mit Rücksicht auf das Gesagte leicht begreiflich ist — den unteren Teil des Keimblattstieles für eine Wurzel gehalten hat und somit die Knolle als eine Wurzelknolle auffaßte.³⁰⁾ Es ist nicht uninteressant, seine eigenen Worte hierüber zu hören: „Die Hauptmerkwürdigkeit der genannten monokotyledonischen Gewächse (i. e. *Bunium* und *Corydalis*-Arten) besteht darin, daß sie kein wahres Federchen besitzen, sondern ihre erste Knospe auf eine eigene Weise bilden. Es bleibt nämlich bei ihnen der entwickelte Embryo lange im Zustande eines Pflänzchens mit einem Kotyledonenblatte und einem fadenförmigen, von einem einzigen Gefäßstrange durchzogenen Organe, dessen oberer, etwas stärkerer Teil für einen Kotyledonarstiel und dessen unterer für eine zarte, wenig ästige Wurzel gelten kann. Nirgends ist in diesem früheren Zustande eine Spur von einem Knoten oder auch nur eine Spur bemerkbar, wo sich künftig ein solcher bilden werde, so daß man kein einfacheres Leben in einem vollkommenen Gewächse bemerken kann. Wenn endlich dieses einfache Pflänzchen Anstalt macht, ein Organ zu bilden, mittels dessen ein zweites Glied möglich wird, so treibt es weder an der Stelle, wo sich das Kotyledonarblatt mit dem Kotyledonarstiele, noch an derjenigen, wo sich der Kotyledonarstiel mit der Wurzel vereinigt, eine Knospe, sondern es bildet sich im Laufe der Wurzel ein kleiner Knollen, welcher immermehr zunimmt, allein in der Regel in dem ersten Jahre nicht austreibt. Erst im folgenden Jahre, nachdem schon zeitig im vorhergehenden alle Teile des Pflänzchens mit Ausnahme des erzeugten Knollens geschwunden sind, entsteht am oberen Ende des letzteren ein Blatt, welchem bei *Corydalis* in demselben Jahre kein zweites, bei den Arten von *Bunium* noch mehrere andere folgen. Wenn man von einem Federchen verlangt, daß es von der Kotyledonarmasse geschützt und am Grunde des Kotyledonarstiels oder des Kotyledons selbst hervortreiben soll, so muß man diesen Gewächsen das Federchen gänzlich absprechen; sie besitzen bloß Knospen, aus welchen folia primordialia hervorgehen.“

²⁷⁾ Th. Irmisch, Beiträge zur vergleich. Morphologie der Pflanzen I. S. 47—52, Tab. III. Halle 1854.

²⁸⁾ Velenovský, Vergl. Morphologie II. 304—305, Fig. 196 (1907).

²⁹⁾ Bernhardi, Über die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo und ihren Werth für die Systematik, in Linnaea VII. 576 (1832).

³⁰⁾ Den ersten Bericht über die Keimung von *Bunium Bulbocastanum* finden wir aber schon bei L. C. Treviranus in Verm. Schrift. IV. 187 (1822).

Erst I r m i s c h hat die Bildung der Knollen bei *Bunium* eingehend und richtig beschrieben und auch bildlich dargestellt. Die Pflanzen keimen nur mit einem lang-linealen Kotyledon, welcher einen soliden Blattstiel besitzt, auf dem an der Basis in einer Spalte eine kleine Knospe sitzt. Unterhalb dieser Knospe, der eigentlichen Plumula, entsteht durch Schwellung des hypokotylen Teiles schon im ersten Jahre ein ellipsoidisches Knöllchen, welches dann, nachdem das einzige Keimblatt verschwunden ist und sich neue Blätter nicht ausgebildet haben, ähnlich wie bei *Smyr-nium* überdauert. Aus der erwähnten Terminalknospe entfaltet sich im nächsten Jahr das junge Pflänzchen, bildet aber zunächst nur Grundblätter und gelangt erst später (im zweiten, mitunter sogar im dritten Jahr) zur Blüte. Diese Knollen erlangen ungefähr die Größe einer kugeligen Haselnuß und sind perennierend, indem die Erneuerung nach der Blüte durch Axillarknospen erfolgt, wodurch ein Sympodium entsteht. Daß an dem Keimblattstiel und dem Hypokotyl zahlreiche endogene Adventivwurzeln auswachsen, wurde bereits erwähnt.

Schon B e r n h a r d i vermutete, daß alle Arten von *Bunium*, die mit einer fast kugeligen Knolle versehen sind, auf ähnliche Weise keimen und ihre Knollen bilden, welcher Ansicht sich auch I r m i s c h ³¹⁾ anschließt und was später D r u d e ³²⁾ bestätigt.

Durch die Schwellung des hypokotylen Teiles entstehen auch die durchaus mit einer Knolle versehenen Arten der drei mit *Bunium* verwandten Gattungen: es ist dies die G. *Conopodium*³³⁾ mit etwa 20 Arten, zu der wir auch mit B e n t h a m & H o o k e r und D r u d e die von B o i s s i e r als selbständige Gattung beschriebene *Butinia* rechnen, dann die G. *Muretia* mit 3 Arten im Orient und die schon mehr abweichende, monotypische Gattung *Leibergia*, stammend aus dem nördlichen Idaho.

I r m i s c h behandelt l. c. außer *Bunium* eingehend die Bildung der Knollen bei *Chaerophyllum bulbosum* L. Schon K i r s c h l e g e r ³⁴⁾ erwähnt das Keimen dieser Art, kann aber nicht begreifen, wie eine vollkommene Knospe aus dem Knöllchen herauswachsen kann und daß zwischen den Kotyledonen keine Plumula enthalten ist. Offenbar hat er (ähnlich wie B e r n h a r d i bei *Bunium*) die zusammengewachsenen im unteren Teile wurzeltragenden Keimblattstiele als solche nicht erkannt, obzwar er vielleicht das richtige Verhältnis ahnte, indem er am Ende sagt: „Wenn die Knollenbildung zu Ende ist, so stirbt der Cauliculus (3—4 Zoll lang)

³¹⁾ I r m i s c h hat später auch das *Bunium creticum* Mill. untersucht. Vrgl. Bot. Zeitg. XIV. 10 (1856) und Flora XVI. 38 (1858) („Keimung von *Bunium creticum*“).

³²⁾ D r u d e, l. c., S. 193.

³³⁾ Untersucht an *Conopodium denudatum* (DC.) Koch und *C. bunioides* (Boiss.) Benth. und Hook. (= *Butinia bunioides*).

³⁴⁾ K i r s c h l e g e r, Über das Keimen des *Chaerophyllum bulbosum* in Flora XXVIII. (1845), S. 401—402.

mit den Kotyledonen ab und das Pflänzchen erwächst aus dem Knöllchen ganz auf dieselbe Weise wie das Knöspchen, welches aus der Basis eines in die Erde gesteckten Petiolus eines Blattes entsteht."

Das *Chaerophyllum bulbosum* keimt wie die Mehrzahl der Umbelliferen mit 2 Kotyledonen, welche wiederum durch Zusammenwachsen ihrer Stiele eine ungewöhnlich lange, röhrlige Scheide bilden; unterhalb derselben schwillt dann der hypokotyle Teil an. Der untere Teil der Scheide trägt Wurzel wie bei den vorigen Arten. Aus der Plumula, die dann die Scheide durchreißt, nachdem das Pflänzchen die Kotyledonen samt dem größeren Teile der Stiele abgeworfen hat, entfalten sich erst im nächsten Jahre die ersten Blätter; die Pflanze treibt dann schon im zweiten (oder auch im dritten) Jahr den Blütenstengel aus, wonach sie als eine monokarpische Pflanze abstirbt. Hiedurch ist sie von der Gattung *Bunium* mit perennierender Knolle verschieden.

Aber auch sonst können wir eine Reihe von Fällen bei den Umbelliferen anführen, wo die Knollen durch die Schwellung des Hypokotyls entstanden sind. Leider sind noch in zahlreichen Fällen Details zu konstatieren.

Bei der südamerikanischen, nur 2 Arten zählenden und zu den *Hydrocotyloideae* gehörigen Gattung *Diposis* DC. finden wir eine unterirdische, etwa haselnußgroße und *perennierende* Knolle, die aus dem Hypokotyl entstanden ist. Die Blütenstengel beginnen mit einem oder wenigen, scheidig umfassenden Niederblättern, und die Erneuerung erfolgt durch die Axillarknospen, so daß hier wiederum an der Knolle die Achsen in sympodialer Anordnung stehen; eine jede schließt mit einer terminalen Inflorescenz ab.

Unter den *Apioideae* erinnern an diese Wachstumsverhältnisse besonders die Gattungen *Erigenia* Nutt.³⁵⁾ (monotypisch in Nordamerika) und *Orogenia* S. Wats. (2 westlich-nordamerikanische Arten), wo auch die Knollen aus dem Hypokotyl entstehen. Wahrscheinlich ist dasselbe der Fall auch bei dem in Palästina heimischen *Astoma seselifolium* DC.

Die bekannte *Erigenia bulbosa* Nutt. mit 2—3fach gedreht-fiederschnittigen Blättern, deren gute Abbildung sich in King's Exped. 40 Parallel, Bot. Tab. XIV. (1871) findet, ist dadurch bemerkenswert, daß sich bei ihr der Keim — wie Hegelmair³⁶⁾ festgestellt hat — in reifen Früchten in einem höchst zurückgebliebenen Zustand findet. Die Samen scheinen hier erst völlig am Boden zu reifen, nachdem sie abgefallen sind. Wie Hegelmair eingehend schildert, sind die Keime so wenig organisiert, daß diese Zustände an jene erinnern, wie sie in gleich

³⁵⁾ Vrgl. auch H. Holm, *Erigenia bulbosa* Nutt. A morphological and anatomical study, in Amer. Journ. Scienc. XI. (1901), p. 63—72.

³⁶⁾ F. Hegelmair, Vergl. Untersuch. über Entwicklung dikotyledoner Keime 144—145, Stuttgart 1878.

extremer Weise bis jetzt nur in den reifen Samen einiger parasitischer Phanerogamen bekannt sind.

Auf der Taf. I. Fig. 20 ist die westlich-nordamerikanische *Orogenia linearifolia* S. Wats. abgebildet, deren kugelige Knolle auch durch die Schwellung der hypokotylen Achse entstanden ist. Der Stengel beginnt hier mit mehreren häutigen Scheiden, von denen die am meisten verlängerten obersten mitunter eine rudimentäre Spreite tragen. Die Blätter sind meist 2fach (seltner einfach) gedreht, die Zipfel schmal lineal und verlängert, wodurch die Pflanze eine sehr eigenartige Tracht erhält, wozu noch die merkwürdige Inflorescenz wesentlich beiträgt. Die Abbildung wurde nach Exemplaren hergestellt, welche C. Cusick im Eastern Oregon im J. 1898 gesammelt hat

Eingehend konnte ich die Keimungsweise und die Bildung der Knollen bei *Biasolettia tuberosa* Koch (Taf. I. Fig. 4—6) studieren, und zwar aus Samen, die mein Freund Rohlena aus Montenegro mitgebracht hat. Dieselbe keimt wie *Bunium* nur mit einem Kotyledon, welcher sehr verlängert, schmal-lineal ist und sich allmählich in einen Stiel verschmälert, welcher dann anscheinend in dünne Wurzel mit zahlreichen Seitenwurzeln übergeht. Von einer Plumula ist äußerlich gar keine Spur. In der Tat gehört der Teil, der exomorph eine Wurzel zu sein scheint, zum großen Teile noch der weiterwachsenden Basis des Keimblattstieles an. Der Kotyledon hält hier aber sehr lange aus und die Schwellung des Hypokotyls (unterhalb der in einer Spalte befindlichen Plumula) tritt erst spät ein. Unsere Pflanzen keimten im Winter auf und besaßen noch im Juli das frische Keimblatt und kein Knöllchen. Erst im Hochsommer begann die Anschwellung, das Keimblatt wurde abgeworfen und im Frühjahr entwickelten sich aus der Plumula die ersten Blätter. Sonst stimmt die Entwicklung mit *Bunium* überein.

Es läßt sich voraussetzen, daß auch die übrigen *Biasolettia*-Arten auf dieselbe Weise mit nur untergeordneten Variationen ihre Knollen bilden und daß sie wahrscheinlich *durchweg* nur mit einem Kotyledon keimen, was auch systematisch zu beachten ist.

Hiemit glauben wir eine genügende Zahl von Umbelliferen angeführt zu haben, welche insgesamt aus dem Hypokotyl entstandene Knollen besitzen.

Géneau de Lamarlière, welcher sich mit der Keimung einiger knollentragenden Umbelliferen eingehend beschäftigte, kommt zum Resultate, daß die Knollen bei *Bunium* und *Conopodium* echte *Wurzelknollen* seien,³⁷⁾

³⁷⁾ Géneau de Lamarlière sagt in Revue Gén. de Bot. l. c. 227: „Pour la plantule des *Conopodium* et des *Bunium*, l'interprétation est relativement plus facile. On peut admettre, que toute la portion recouverte par l'assise pilifère est une racine; elle en a tous les caractères. Il est nécessaire d'admettre, des lors, que le tubercule est en entier d'origine radicale, puisqu'il se trouve en entier sur cette portion. Le bourgeon du tubercule n'est certainement pas la gemmule normale. — Je

wogegen es bei *Smyrnum rotundifolium* und *Chaerophyllum bulbosum* durchaus unmöglich sei, ihren morphologischen Wert zu bestimmen, da die hypokotyle Achse von der Wurzel nicht deutlich abgegrenzt ist. Wir hoffen genügend gezeigt zu haben, daß in allen von uns angeführten Fällen die Knolle durch die Schwellung des hypokotylen Teiles entstanden ist; diese Erklärung entspricht nicht nur der wahren Sachlage, sondern ist auch sehr natürlich, da wir ähnlich entstandenen Knollen häufig im Pflanzenreiche begegnen.

Es gibt jedoch unter den Umbelliferen noch andere Knollenbildungen, die aber nur selten eine rundliche Gestalt annehmen. Wir meinen in erster Reihe die *Wurzelknollen*, die ausschließlich nur als Reserveorgane, nicht aber zur Erhaltung der Pflanze dienen. Solche, knollig oder spindelförmig verdickte Wurzeln kommen z. B. sehr typisch bei der Gattung *Oenanthe* vor, wo sie nicht selten kugelig oder fast kugelig sind. Als Beispiele dieser stets in größerer Anzahl vorhandenen, durch bloße Schwellung der Wurzel entstandenen Knollen führen wir z. B. *Oenanthe peucedanifolia* Poll., *pimpinelloides* L., *media* Griseb., *banatica* Heuff.³⁸⁾ mit durchweg mehr oder minder kugeligen Knollen, und die *Oen. Lachenalii* Gmel.³⁹⁾ mit sehr verlängerten, bis über 15 cm langen und kaum $\frac{3}{4}$ cm breiten Wurzeln an. Wenn wir aber die Gattung *Oenanthe* im erweiterten Sinne auffassen, so zeichnet sich nur die Untergattung *Eu-Oenanthe* Benthams und Hookers durch Arten mit Wurzelknollen aus. Die Arten der Untergattungen *Dasyloma* Benth. & Hook. (von DeCandolle als Gattung aufgestellt) und *Phellandrium* Koch (von Linné als Gattung aufgefaßt) haben nur faserige Wurzeln. Sonst besitzen z. B. rübenförmig verdickte Wurzeln *Conium*, *Donnellsmithia*, *Daucus*, *Petroselinum*, *Pastinaca*, die artenreiche, west-amerikanische Gattung *Arracacia* u. s. w.

Das *Sium Sisarum* L. oder die sogenannte Zuckerwurz, zeichnet sich durch ein Bündel starker, fingerdicker Wurzeln aus, die dem bekannten Pastinak ähneln. Auch der besonders in Indien heimische *Polyzygus tuberosus* Dalz. besitzt eine knollige Wurzel.

Sehr interessant sind die Knollenbildungen bei einigen halbstrauchigen und strauchigen australischen *Trachymene*-Arten, so z. B. bei der merkwürdigen *Tr. deflexa* Turcz., deren Knollen nach einer briefl. Mitteilung des Herrn A. Morrison (im Herbarium Kew) die beträchtliche Länge von 1 dm erreichen können. A. Morrison schreibt, daß sie in großer Menge auf den Wurzeln des Strauches auftreten, daß sie dann ihr Wachstum in Form von normalen Wurzeln fortsetzen und wie auf einem Strick weitere Knollen bilden. Die Eingeborenen nennen sie „Yuke“ und verspeisen sie

ferais voir plus loin, en effet, dans l'étude du tubercule, que ce bourgeon est d'origine interne, tandis que toutes les gemmules sont d'origine externe.“

³⁸⁾ Vrgl. die schönen Abbildungen in Reichenbachs Icones XXI. (1867), Taf. 53, 54, 56.

³⁹⁾ Siehe die Abbildung bei Reichenbach, l. c. Taf. 51.

entweder roh oder in Asche gekocht. Die Knollen bewahren auch im getrockneten Zustande ihre gelbe Farbe. Aus all' dem könnte man schließen, daß es sich um echte *Wurzelknollen* handelt, besonders nach dem von Morrison gegebenen und in Hookers Icones XXVIII. 2740 (1902) reproduzierten Schema, wie sich die Knollen bilden. Auf den getrockneten Knollen ist auch nicht eine Spur von einer Knospe aufzufinden. Es scheint aber, daß die Angabe Morrisons auf einem Irrtume beruht; die von A. Morrison nachträglich nach Kew gesandten 4 Pflanzen besitzen je eine Knolle, die mit größter Wahrscheinlichkeit *aus dem Hypokotyl* entstanden ist. Auch W. Botting Hemsley will sie (l. c.) in einer nachträglichen Anmerkung nicht als Wurzelknollen anerkennen und sagt: „Since the above was passed for the press further material has been received from Mr. Morrison. It consists of four plants, two of which are bushy and densely brauched; the others have few branches, and one is evidently quite young. The aerial part is from six to nine inches high, and the underground part is from nine to fifteen inches long. Each plant bears one tuber near the extremity of its rootsystem, and the relatively slender, cylindrical axis is continued below each tuber, but only an inch or two. In the young plant the tuber is still plump; in the others it is more or less shrunk and exhausted. I suspect, therefore, that the tuber is the first product of germination, and statement that the tubers are formed in strings is probably due to some mistake.”

Auch *Tr. cirrosa* (Bge.) F. Muell. und *Tr. Eatoniae* F. Muell. zeichnen sich durch Knollen aus, die mit jenen der *Tr. deflexa* gewiß denselben morphologischen Ursprung haben werden. Von der ersteren Art sagt Benth⁴⁰⁾ „Rhizome said to be tuberous“ und auch Drude⁴¹⁾ führt an, daß sie „ein knolliges Wurzelstock“ besitzt.

Bei anderen Umbelliferen kommen wiederum *knollig verdickte Wurzelstöcke* vor, so z. B. bei der monotypischen, in den Pyrenäen endemischen *Xatardia scabra* Meissn., bei welcher der Wurzelstock rübenförmig verlängert ist. Auch bei den Arten der Gattung *Rhodosciadium* S. Wats., die in Mexico heimisch sind, sind die Rhizome meist knollig verdickt. Ähnlich hat auch die nordamerikanische Gattung *Musineum* Raf. dicke, lang-gestreckte Rhizome. Übrigens könnten wir auch Beispiele aus der europäischen Flora nennen, so z. B. einige *Seseli*- und *Peucedanum*-Arten. Bekannt sind die knolligen hohlen und mit Querwänden versehenen Wurzelstöcke von *Cicuta virosa*.

Sehr interessante Rhizomknollen sind bei *Hydrocotyle americana* L. vorhanden. Diese Art vermehrt sich nach Th. Holm⁴²⁾ vegetativ durch unterirdische, wuchernde Ausläufer, welche an der Spitze Knöllchen

⁴⁰⁾ Benth^{am}, Fl. Austral. III. 354 (1866).

⁴¹⁾ Drude, l. c. S. 121.

⁴²⁾ Th. Holm, in Proceed. Unit. Stat. Nation. Mus. XI. 455, Taf. 46, 47.

tragen, wogegen die Vermehrung durch kriechende beblätterte Zweige, wie wir sie bei zahlreichen *Hydrocotyle*-Arten vorfinden, sehr reduziert ist.

Wir wollen noch bemerken, daß es manchmal *im entwickelten Stadium* schwierig ist, die Grenze zwischen dem Rhizom und der Wurzel zu ziehen. Es scheint, als ob das Rhizom unmerklich in die Wurzel übergehen würde; diese Schwierigkeiten werden noch dadurch erhöht, daß auch anatomisch manchmal keine scharfe Grenze zwischen Rhizom und Wurzel existiert, was J o c h m a n n⁴³⁾ dahin erklärt, daß tatsächlich die anatomische Struktur des Rhizoms weit mehr mit derjenigen der Wurzel, als der des Stengels übereinstimmt. H o f f m a n n⁴⁴⁾ macht sogar keinen Unterschied zwischen Rhizom und Wurzel.

In allen solchen Fällen, wo die verdickte Wurzel im oberen Teile mit dem Rhizom zu einem einheitlichen Gebilde verbunden ist, muß uns die Beobachtung in der Jugend dieser Organe und der ganze Verlauf der Entwicklung lehren, um welches Organ es sich handelt. Es ist dies nur ein weiterer Beleg dafür, wie leicht uns die zu bestimmtem biologischen Zwecke veränderten Organe, an und für sich und *ohne Vergleich* betrachtet, in ihrer morphologischen Bedeutung täuschen können.

3. Vergleichende Untersuchungen über die Morphologie der Vegetationsorgane der Umbelliferen.

A. Die Blätter der Hydrocotyloideae.

1. Die durch Stipularbildungen charakterisierten Gattungen.

a) Freie Nebenblätter.

Bei der Besprechung der Umbelliferen wird mitunter behauptet, daß echte Nebenblätter nirgends anzutreffen seien, obzwar wir schon W y d l e r, I r m i s c h und B ü c h e n a u sehr eingehende Mitteilungen über die Nebenblätter von *Hydrocotyle* verdanken. D r u d e⁴⁵⁾ weist zwar auf die Arbeiten der genannten Forscher hin, fügt aber hinzu, „daß sich bei *Hydrocotyle* kleine häutige oder wimperartige Nebenblätter vorfinden, welche allerdings mehr als Anhängsel wie als eigene Organe⁴⁶⁾ auftreten, trotzdem als „folia stipulata“ von systematischer Bedeutung sind.“

Wir wollen nun im folgenden zeigen, wo *wahre* Nebenblätter bei den Umbelliferen vorkommen und von welcher systematischer Bedeutung dieselben sind.

⁴³⁾ J o c h m a n n, De Umbelliferarum structura et evolutione, Breslau, 1851.

⁴⁴⁾ H o f f m a n n in seinen fortgesetzten Untersuchungen über die Wurzeln der Doldengewächse in Flora 1849—1852.

⁴⁵⁾ D r u d e in Englers Pflanzen-Famil. 1. c. S. 72.

⁴⁶⁾ Von mir selbst gesperrt.

Bei der artenreichen Gattung *Hydrocotyle* bilden die Nebenblätter eine allgemeine Regel; es gibt keine nebenblattlose *Hydrocotyle*-Art!

Wir wollen zunächst die Nebenblätter bei der gemeinen *Hydr. vulgaris* L. näher betrachten,⁴⁷⁾ deren Entwicklung besonders von B u c h e n a u sehr eingehend geschildert worden ist. Sie umhüllen hier in der Form von 2 großen, freien, häutigen Schuppen (vgl. Fig. 1) die Stielbasis von außen und auch den Stengel; sie bilden aber keine zusammenhängende Tüte, sondern lassen an der dem Blatte abgewendeten Seite eine kleine Strecke frei. Die dünnen Blattstiele besitzen aber *keine* Scheide und es ist daher unrichtig, wenn W y d l e r (l. c.) im Gegensatze zu S e e m a n n und B u c h e n a u sagt, daß „die Blätter eine schmale, stengelumfassende

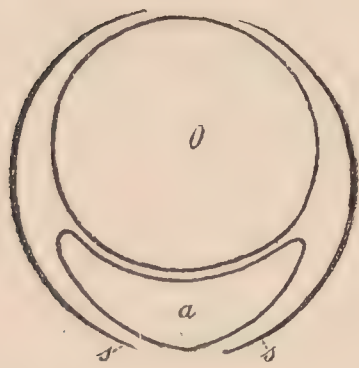


Fig. 1. Die Stellung der Nebenblätter, bei *Hydrocotyle vulgaris* L. (nach Velenovský); s bedeutet die Nebenblätter, a den Blattstiel und o den Stengel.



Fig. 2. Eine Keimpflanze von *Hydrocotyle vulgaris* L. (links) und das zweite Blatt derselben Art mit zweispitzigen Nebenblättern (nach Buchenau.)

Scheide besitzen, welche in 2 häutigen Öhrchen (Stipulae) ausgeht“. In- dessen bemerkt schon W y d l e r ganz richtig, daß „die weißen zugerundeten Öhrchen“ (recte die Stipulen) oft schon völlig entwickelt sind, während das Blatt noch sehr klein und im Knospenzustande sich befindet, so besonders an den Vorblättern der Blütenzweige, wo die von den Nebenblättern ganz eingehüllte Spreite leicht übersehen werden könnte. Es verrichten hier also diese freien Nebenblätter dieselbe biologische Funktion, wie sonst die Blattscheiden oder die Knospenschuppen anderer Pflanzen; sie sind dem Schutze der jungen Teile, welche sie einhüllen, dienlich. Aus diesem Grunde bezeichnet wohl U r b a n⁴⁸⁾ diese aus ihrer ursprünglichen

⁴⁷⁾ Vrgl. hierüber: W y d l e r in Flora XVIII. 423 (1860). — S e e m a n n in Journ. of Botany 1863, p. 278. — B u c h e n a u in Botan. Zeitg. XXIV. 357 ff. (1866). — U r b a n in Mart. Fl. Brasil. XI. 266 (1879). — V e l e n o v s k ý, Vergl. Morphol. II. 474 (1907).

⁴⁸⁾ Er sagt l. c.: „Gemmarum squamae ad folium et axem transversales, posterius ad basin petiolorum non vaginantium stipulares, plane liberae.“

Position in die stengel- und blattstielumfassende übergetretenen Nebenblätter als „gemmarum squamae“. Der Vergleich mit anderen Arten lehrt uns aber, daß es wahre Stipulen sind, die nur wegen ihrer speciellen Funktion nicht als seitliche Anhängsel an der Stielbasis auftreten, sondern dieselbe von aussen und auch den Stengel einhüllen. Bei einigen Arten ist aber noch ihre ursprüngliche Lage erhalten geblieben.

Wie schon B u c h e n a u⁴⁹⁾ bemerkt, besitzt das erste Blatt merkwürdigerweise keine Nebenblätter, was schwer zu erklären ist. Das zweite Blatt (Fig. 2) besitzt schon deutliche, weiße Stipulen, die aber *zweispitzig* sind; erst bei den folgenden Blättern verlieren sich diese Spitzen und die Nebenblätter nehmen die Gestalt von gerundeten Schuppen an.

Bei allen *Hydrocotyle*-Arten ist ein *deutlicher*, von der Spreite scharf abgegrenzter und an der Basis *nicht scheidenartig verbreiteter*, sondern schmal inserierter Blattstiel charakteristisch. Zu diesem Blattstiele gehören zwei, in der Regel freie Nebenblätter von stets häutiger Konsistenz. Diese Stipulen variieren in ihrer Größe, in der Form, Behaarung sowie auch in ihrer Lage. Besonders was die letztere anbelangt, wären eingehende Untersuchungen an verschiedenen Arten im frischen Zustande sehr wünschenswert und vielleicht für die Systematik dieser Gattung von Bedeutung. Ich habe zwar fast alle Arten (mit Ausnahme weniger, mir unzugänglicher) in dieser Hinsicht untersucht, aber zum größten Teile am Herbarmateriale, wo die Orientierung in manchen Fällen nur schwer, mitunter gar nicht feststellbar ist. Bei manchen Arten mit kriechenden, zum Teil unterirdischen, an den Knoten stark wurzelnden Sprossen sind manchmal (besonders auf getrockneten Pflanzen) die Nebenblätter ganz unsichtbar, da sie von außerordentlich feiner Konsistenz sind, leicht zerfetzen und endlich ganz verschwinden. Dies ist z. B. auch bei den sehr bekannten *H. vulgaris* L. oder *natans* Cyr. der Fall; es ist aber am guten Materiale stets möglich, durch eine sorgfältige Untersuchung der jüngeren Teile die Existenz derselben nachzuweisen. In einigen Fällen fallen die Nebenblätter später von selbst ab.

Was ihre Stellung anbelangt, so stimmt dieselbe häufig mit jener bei *H. vulgaris* besprochenen überein; sie umfassen die Stielbasis von außen und auch den Stengel, so z. B. bei der *H. rugulosa* Turcz. (Fig. 3, *k*), *pilifera* Turcz. (Fig. 3 *d*), *scutellifera* Benth. (Fig. 3 *f*), *aconitifolia* A. Rich. (Fig. 3 *i*), *bonariensis* Lam.⁵⁰⁾ u. a. Die freie Strecke zwischen beiden Nebenblättern ist aber ungleich groß; je größer sie wird, desto mehr rücken dieselben zu der Blattstielbasis, bis sie bei einigen Arten wirklich durch ihre Lage

⁴⁹⁾ B u c h e n a u, l. c. S. 360.

⁵⁰⁾ Von dieser Art sagt schon B u c h e n a u, l. c. S. 367: „Die Stengelknoten sind von zwei weissen dünnhäutigen Nebenblättern umgeben, welche zugleich den Blattstiel mit umfassen, wie dies ja auch, wenigstens in der Jugend bei unserer Art (d. i. *H. vulgaris*) der Fall ist; die Nebenblätter sterben aber in Folge der starken Entwicklung des Stengels bald ab, werden braun und gehen verloren.“

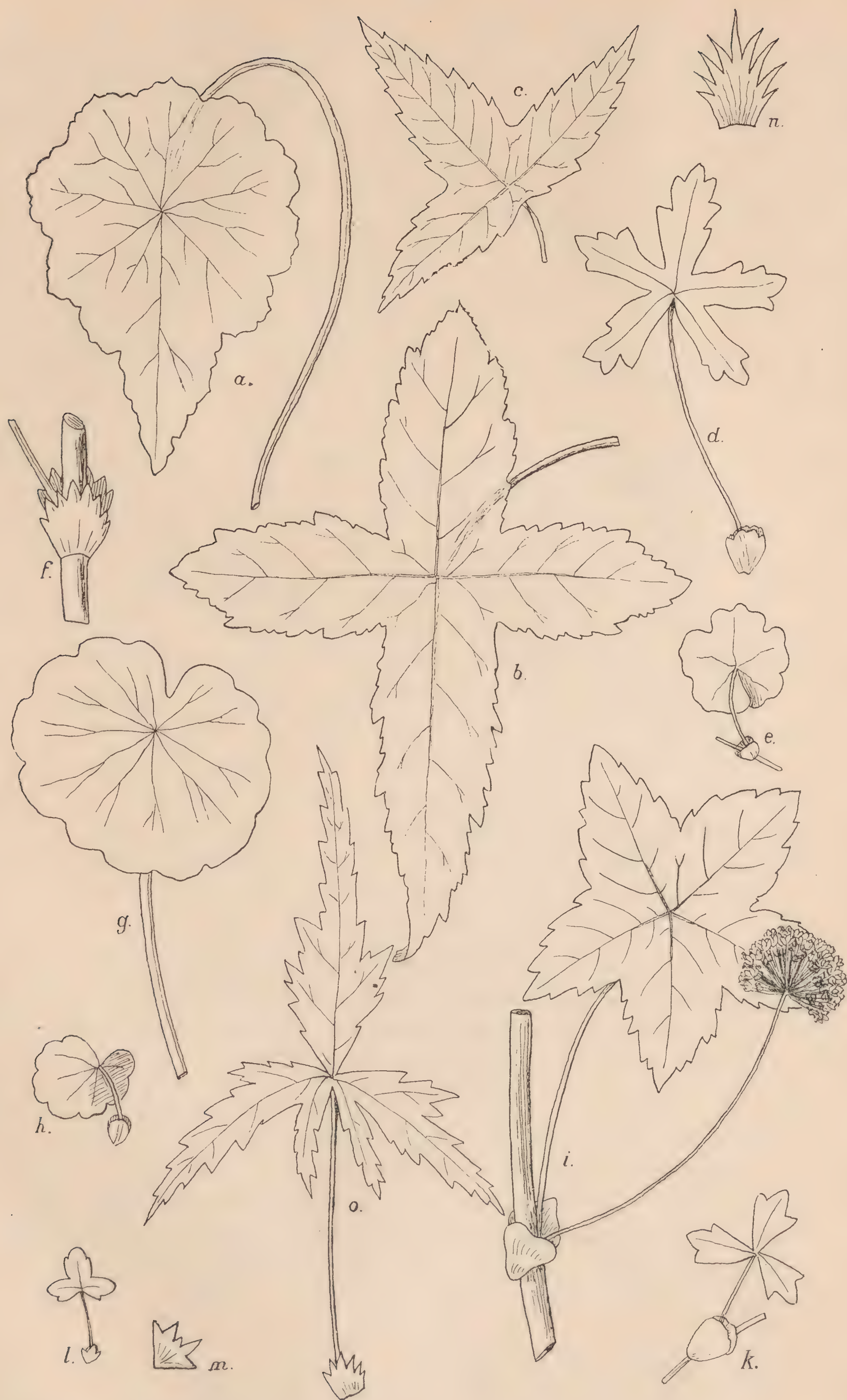


Fig. 3. Die Blattformen und die Nebenblätter der Gattung *Hydrocotyle*: a) *H. excentrica* Britt. (1/1); b, c) *H. quinqueloba* Ruiz. et Pav. (1/1); d) *H. pilifera* Turz. (1/1); e) *H. ramiflora* Max. (1/1); f) *H. scutellifera* Benth. (stark vergr.); g) *H. bonariensis* Lam. (1/1); h) ein entwickeltes Blatt von *H. vulgaris* L. mit herzförmiger Spreite (1/1); i) *H. aconitifolia* A. Rich. (1/1); k) *H. rugulosa* Turcz. (schwach vergr.); l) *H. capillaris* F. Muell. (2/1); m) ein Nebenblatt derselben Art, stärker vergr.; n) *H. hispidula* Bunge (stark vergr.); o) *H. geraniifolia* F. Muell. (1·5/1). (Original.)

als seitliche Anhängsel des Blattstieles erscheinen. Als Extrem ist dann jener Fall zu betrachten, wo die Nebenblätter dem Blattstiele (ähnlich wie bei *Rosa* oder *Trifolium*) deutlich angewachsen sind, dabei allerdings freie Spitzen besitzen. Mir ist dies bloß bei der australischen *H. crassiuscula* Tate bekannt (Fig. 4), sonst fand ich *stets* freie und meist umfassende Nebenblätter. H o o k e r f. zeichnet zwar⁵¹⁾ bei der *H. tasmanica* Hook. f. sowie auch bei der *H. peduncularis* R. Br. zwei, dem Blattstiele an der Basis ganz kurz angewachsene, sonst freie Nebenblätter, macht aber in der Beschreibung darüber keine Erwähnung, indem er sie einfach als „stipulae“ bezeichnet.

Die Größe der Stipulen ist bei verschiedenen Arten recht ungleich, im allgemeinen sind sie aber sehr klein. Ihre Größe ist aber nicht der Größe der Pflanzen entsprechend. So besitzen z. B. die australischen winzigen Annuellen meist verhältnismäßig größere und deutlichere Stipulen als viele stattliche Arten. Die Nebenblätter treten meist in Form von kleinen rundlichen kahlen Schuppen auf, sind dabei ganzrandig, seltener gezähnt bis gefranst, so z. B. bei der *H. scutelligera* Benth. (Fig. 3 f), *hispidula* Bge. (Fig. 3 n), *capillaris* F. Muell. (Fig. 3 l, m), *medicaginoides* Turcz. etc. Mitunter sind die stark umfassenden Stipulen in der Form von zierlichen Kragen entwickelt.

Die zweite, der Gattung *Hydrocotyle* verwandte Gattung ist das monotypische *Neosciadium* Dom.⁵²⁾ (West-Australien), bei dem die keilförmige Blattspreite allmählich in den Stiel übergeht, welcher an der Basis zwar nicht verbreitert, aber mit 2 freien, rundlichen Nebenblättern versehen ist, die verhältnismäßig groß sind und den Stiel sowie den Stengel auf die Weise wie bei *Hydrocotyle vulgaris* umfassen, aber mit ihren Rändern nicht so nahe aneinander rücken.

b) Angewachsene Nebenblätter.

Die freien Nebenblätter sind, soweit mir bekannt, *nur* bei den zwei soeben besprochenen Gattungen vorhanden; es gibt aber noch einige Fälle, wo die Nebenblätter dem Blattstiele konstant angewachsen sind und somit in gewisser Hinsicht eine Mittelstellung zwischen den Gattungen mit freien Stipulen und dem Gros der scheidentragenden Umbelliferen einnehmen. Als Ausnahme findet man angewachsene Stipulen auch bei



Fig. 4. Ein Blatt von *Hydrocotyle crassiuscula* Tate mit angewachsenen Nebenblättern. Dem Blatte gegenüber steht die terminale, kurz gestielte Dolde (Original).

⁵¹⁾ H o o k e r f., Fl. Tasman. Tab. XXXII.

⁵²⁾ Abbildung siehe bei D o m i n in Beih. z. Bot. Centralbl. XXIII. II. Tafel X. (1908).

Hydrocotyle (s. *H. crassiuscula*, Fig. 4), doch auch daselbst ist die Anwachsung ziemlich kurz.

Als typisches Beispiel dieser Kategorie soll uns die austral-antarktische, etwa 12 Arten zählende Gattung *Schizeilema* Dom.⁵³⁾ dienen, bei welcher eben die dem Blattstiele weniger oder höher angewachsenen, aber mit ihren Seitenlappen stets freien, ungeteilten, bis wimperig-gefransten häutigen Nebenblätter einen der vorzüglichsten Gattungscharaktere liefern. Auch die Form der Stipulen ist bei der Gattung *Schizeilema* mitunter als Speciesmerkmal gut anzuwenden; so besitzt z. B. das *Sch. Colensoi* Dom. stets gefranst-gewimperte Nebenblätter, ähnlich auch die meisten Formen des *Sch. Haastii* (Hook.) Dom.; gewimpert sind sie immer bei *Sch. Frago-seum* (F. Muell.) Dom., ungewimpert stets bei *Sch. reniforme* (Hook.) Dom. etc.



Fig. 5. Ein Blatt von *Schizeilema trilobatum* (Dus.) Dom. mit angewachsenen Nebenblättern (nach Dusén).

Interessant sind jene Arten, wo die Stipulen verhältnismäßig schmal und verlängert, dem Blattstiele länger angewachsen sind, so z. B. bei dem patagonischen *Sch. trilobatum* (Dus.) Dom. (Fig. 5), welches dem *Sch. ranunculus* (D'Urv.) Dom. mit kürzeren und breiteren, mehr dreieckigen Nebenblättern sehr nahe verwandt ist. Bei jener Art, deren Stipulen etwa an die bekannten angewachsenen Nebenblätter einiger *Rosa*-Arten erinnern, sehen wir, wie Gebilde zustande kommen, die an die Scheiden mit freien, seitlichen Scheidenlappen sehr nahe herantreten. Allerdings ersehen wir schon durch den Vergleich mit den verwandten Arten und überdies auch aus dem Umstande, daß die Grenze zwischen den häutigen angewachsenen Nebenblättern und der mäßig erweiterten grünen Blattstielbasis nicht ganz verwischt ist, daß es sich noch um Stipulen und nicht um Scheiden handelt.

Auf ähnliche Weise wie bei *Schizeilema* sind angewachsene Nebenblätter mit freien Lappen bei der Gattung *Huanaca* Cav. (incl. *Diplaspis* Hook. f.) (Fig. 6) entwickelt; von dieser Gattung kommen zwei Arten in Tasmanien (eine auch in Victoria) vor, die übrigen sind amerikanisch. Auch hier kann man gut beobachten, wie schon nur ein kleiner Schritt zur Entstehung der Scheiden aus diesen angewachsenen Stipulen genügen würde. Die Gattung *Huanaca* nähert sich den scheidentragenden *Hydrocotyloideae* insofern mehr als die Gattung *Schizeilema*, als bei jener die Blattstielbasis von den Stipulen kaum abgegrenzt ist.

⁵³⁾ Vrgl. K. Domin, Über eine neue austral-antarktische Umbelliferen-Gattung, in Englers Bot. Jahrb. XL. 573—585 (1908).

c) Die Stipularbildungen bei den Bowlesiinae.

Sehr merkwürdige Nebenblattbildungen finden wir bei der Gattung *Bowlesia* R. et P. und der zu ihr gehörenden *Drusa* DC. Denselben wurde bisher sehr wenig Aufmerksamkeit gewidmet, so sagt z. B. bei der G. *Bowlesia* Drude⁵⁴⁾ nur, daß sie „am Blattstiele mit häutigen Schuppen wie mit Nebenblättern versehen ist.“ Urban⁵⁵⁾ äußert sich, indem er die Gattungscharaktere der *Bowlesia* angibt, etwas ausführlicher; er sagt: „Folia basi petiolorum appendicibus stipuliformibus scariosis ciliatis vel laceris aut ad ciliis scariosas reductis ornata,“ sagt aber weiter (S. 292) bei der Besprechung der *B. incana* „folia basi ima in vaginam amplexicaulem vel in foliis oppositis connatam perbreve expansis,“ so daß wir ersehen, daß auch ihm es nicht ganz klar war, ob die betreffenden Organe als Nebenblätter oder als Scheiden zu betrachten sind.

Wenn wir aber diese Nebenblattbildungen bei einer Anzahl von Arten in ihren interessanten Variationen vergleichen, so kann kein Zweifel obwalten, daß es sich um *echte Nebenblätter* handelt, die aber bei manchen Arten so stark reduziert sind, daß sie sich nur in der Form von wenigen Cilien oder Borsten präsentieren, bei anderen wiederum der Blattstielbasis anwachsen und da sie dabei den Stengel umfassen, den Eindruck von zarten Scheiden gewähren. Wir wollen nun die einzelnen Formen dieser Nebenblätter kurz besprechen (hiez u Fig. 7, 8).

Bei der Sektion *Homalocarpus* (= *Elatae* Drde ampl.), zu welcher die *B. elata*, *elegans*, *dichotoma* (mit den als Spezies beschriebenen Varietäten *integerrima* und *digitata*), *nigripetata* gehören, sind die Nebenblätter in der Regel auf skariöse Cilien längs der Blattstielbasis reduziert, mitunter überhaupt unsichtbar. Besonders wenn die Pflanzen dicht mit Sternhaaren bekleidet sind, so sind die Überreste der Nebenblätter sehr schwer zu finden; oft sind es nur wenige Cilien neben der kaum verbreiterten Blattstielbasis. Ein anderesmal bilden die Nebenblätter einen schmalen ringsum den Stengel gehenden und zusammenhängenden Kragen, der dem Blattstiele

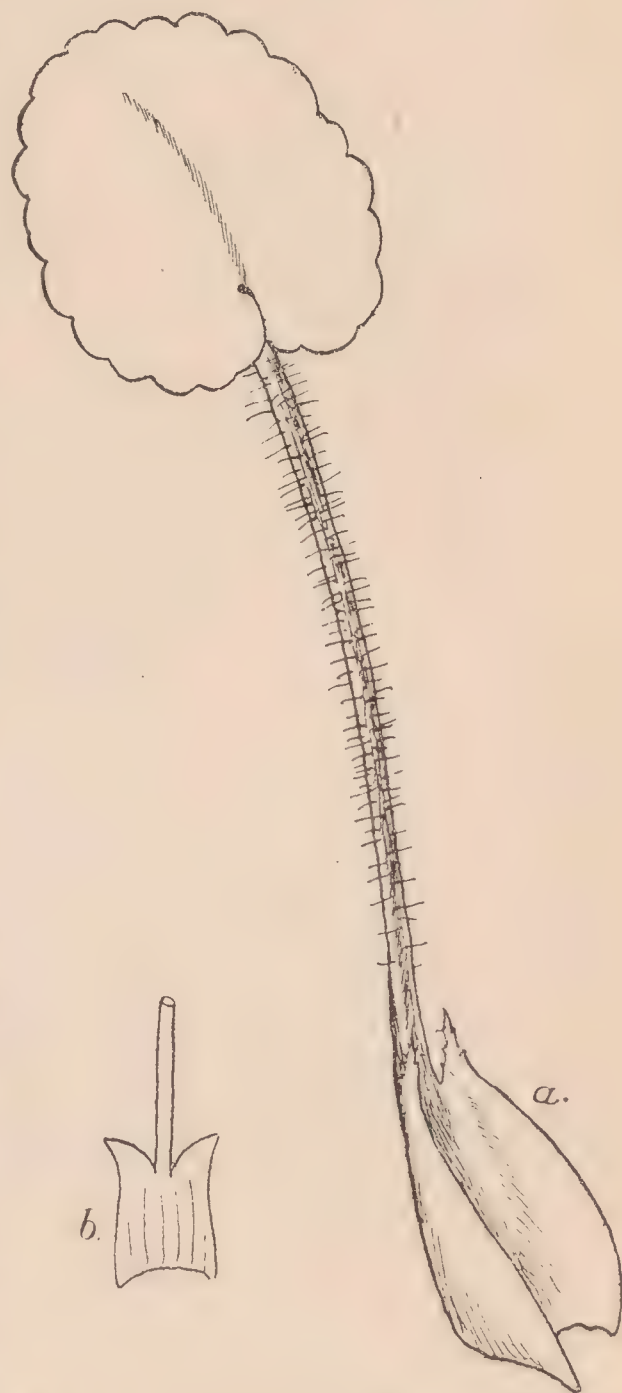


Fig. 6. Ein Blatt von *Huanaca cordifolia* (Hook. f.) F. Muell. mit angewachsenen Nebenblättern (a) und die angewachsenen Stipulen von *Huanaca andina* Phil. (b) (Original.)

⁵⁴⁾ Drude, l. c. S. 125.

⁵⁵⁾ Urban in Fl. Brasil. l. c. S. 291.

angewachsen ist und in schmale Lacinien oder Cilien ausgeht. Wenn die Blätter gegenständig sind, was bekannterweise oft zutrifft, so wachsen diese Nebenblätter in eine tutenförmige Scheide zusammen, so z. B. bei der *B. dichotoma* DC., wo sie am stärksten in dieser Sektion entwickelt sind. Bei der *B. elegans* Clos sind sie überhaupt meist spurlos verschwunden.

Bei den Sektionen *Biloculata* (*B. incana* Ruiz et Pav.) und *Eubowlesia* sind die Stipulen stets stärker entwickelt und haben die Form von



Fig. 7. Die Stipularbildungen bei den *Bowlesiinae*: a) Die zusammengewachsenen Stipulen der *Bowlesia dichotoma* DC. mit gegenständigen Blättern (1/1); b) die Nebenblätter der *B. incana* Ruiz et Pav. (schwach vergr.); c) die Nebenblätter der *B. palmata* Ruiz et Pav., stark vergr.; d) die auf wenige Lacinien reduzierten Nebenblätter der *B. incana* Ruiz et Pav. var. *tenera* Urb. (schwach vergr.); e) die Nebenblätter der *B. oppositifolia* (DC. sub *Drusa*) (vergr.); f—k) Trichombildungen derselben Art. (Original.)

schmäleren oder breiteren Krägen, die in zahlreiche, selten wenige Lacinien ausgehen oder von gefransten Schuppen.

Bei *Drusa* sind die Nebenblätter beinahe ganz frei (oder nur *sehr kurz* dem Blattstiele angewachsen), aber jedes mit dem danebenstehenden des anderen gegenständigen Blattes zu einer sehr zierlichen, tief lacinierten, häutigen Schuppe zusammengewachsen (Fig. 7 e).

Die gewöhnliche Form ist bei der *B. incana* anzutreffen, wo die Nebenblätter, die der Blattstielbasis kurz angewachsen sind, einen niedrigen, die ganze Peripherie des Stengels umfassenden und in lange schmale Lacinien ausgehenden Saum bilden (Fig. 7 b).

Ähnlich und nur mit kleineren Variationen sind die Stipulen bei der *B. variabilis* Dom. ausgebildet. Bei manchen Formen (*B. palmata* Ruiz et Pav., ungefähr so auch bei *B. tropaeolifolia* Gill.) sind sie nur

auf einen niedrigen Kragen (Fig. 7 c) reduziert, bei anderen wiederum den Blattstielen höher angewachsen.

Bei der *B. incana* (var. *tenera*) können wir einige interessante Modifikationen anführen, die sich in zweierlei Richtungen vollziehen. Abgesehen von dem schon erwähnten Zusammenwachsen der Stipulen bei gegenständigen Blättern, können wir mitunter beobachten, wie sich der Kragen verschmälert, bis er schließlich den Knoten nur mit einem schmalen Streifen umsäumt; gleichzeitig wird auch die Zahl der Lacinien kleiner, dieselben werden aber bedeutend breiter und dreieckig, so daß endlich Formen resultieren (Fig. 7 d), die den Anschein gewähren, als ob hier eine geringe Zahl von freien, häutigen Schüppchen zwischen der Insertionsstelle beider Blattstiele sitzen würde.

Als eine seltene Ausnahme sah ich bei einer zarten und auch sonst (besonders in der Behaarung) abweichenden Form dieser Art, die aus Santa Catalina Island, Cal. (leg. B l a n c h e T r a s k) stammte,⁵⁶⁾ anscheinend länglich-lineale, ziemlich verlängerte, den Stengel vollkommen umfassende Scheiden entwickelt, die durch eine sehr lange, einfache Behaarung auffielen und oberwärts in etwas vorgezogene, freie Seitenlappen ausgingen (Fig. 8). Dieser Fall würde an und für sich den Anschein gewähren, daß es sich da um den ursprünglicheren Zustand handelt, wo noch die Scheiden entwickelt sind, und daß die anderen Nebenblattbildungen aus demselben abzuleiten sind. Aber schon aus dem Vergleich mit den besprochenen Formen, sowie mit den angewachsenen Nebenblättern der Gattungen *Schizeilema* und *Huanaca* können wir mit Sicherheit schließen, daß es nur eine Extremform der Stipularbildungen ist, wo die verlängerten Stipulen dem Blattstiele anwachsen. Übrigens wolle man auch die *Hydrocotyle crassiuscula* vergleichen.

Daß alle Stipularbildungen der *Bowlesiinae* echte Nebenblätter und nicht Scheidenbildungen sind, ist am besten daraus zu ersehen, daß bei fortschreitender Reduktion die Blattstiele unverändert bleiben; würde es sich um echte Blattscheiden handeln, so müßte auch der betreffende Blattstielteil — wenn nicht der ganze Blattstiel — reduziert werden.



Fig. 8. Eine abweichende Form der *B. incana* Ruiz et Pav. var. *tenera* Urb. von Santa Catalina Island, Cal., mit hoch angewachsenen Nebenblättern, die infolgedessen einer Scheide ähneln.

(Original.)

⁵⁶⁾ Das betreffende Exemplar befindet sich in Herb. Kew.

Die Gattung *Domeykoa* Phil.,⁵⁷⁾ die gewöhnlich zu den *Bowlesiinae* gestellt wird, möchte uns dann eine weitere Stufe vorstellen, die sich natürlich der Sektion *Homalocarpus* anschließt; die Gattung umfaßt nur eine einzige Art mit gegenständigen Blättern, welche weder Nebenblätter noch Scheiden besitzen.

d) Die Blattspreiten der Gattungen der Hydrocotyloideae.

Obzwar es sich nur um 5 Gattungen handelt, bei welchen Nebenblätter vorhanden sind, so sind doch die Spreiten dieser Gattungen in ihrer Form recht mannigfaltig und es ist schwer, eine kurze Übersicht derselben zu geben. Im allgemeinen trifft man weniger geteilte Blätter als z. B. bei den *Apioideae*; nicht selten kommen auch ungeteilte Spreiten vor. Bei allen Gattungen sind deutliche Blattstiele entwickelt, die von der Lamina bei *Hydrocotyle*, *Schizeilema*, *Bowlesia* und *Huanaca* scharf abgegrenzt sind, wogegen das monotypische *Neosciadium* keilförmige, in den Stiel allmählich verschmälerte Spreiten besitzt. Dieselben sind im Umrisse verkehrt-eiförmig, vorn seicht lappig gezähnt, mit 2 — 5 Zähnen. Die Blätter sind außerdem dadurch interessant, daß sie (gleich wie die Stengel) fleischig sind, was als Anpassung an das halophile Leben erklärt werden kann.

Die Blätter der Gattung *Hydrocotyle* (Fig. 3) sind insgesamt von weicherer Konsistenz (wenigstens nie lederartig), bald kahl, bald verschiedenartig behaart (niemals aber Drüsen oder Sternhaare!). Die Spreiten sind, wie schon R i c h a r d⁵⁸⁾ erwähnt, nach verschiedenen Typen gebaut. Ihre Größe ist bei verschiedenen Arten sehr ungleich, von recht großen, flachen Blättern finden sich alle Übergänge bis zu den, wenige Millimeter messenden Spreiten einiger australischer Annuellen vor (vgl. *H. capillaris* F. Muell., Fig. 3, *l*, *m*).

Viele Arten besitzen rundliche, oft gekerbte oder mehr oder weniger gelappte, schildförmig-gestielte Spreiten, so z. B. *H. vulgaris* L., *Volkmanni* Phil., *modesta* Cham. & Schldl., *Langsdorffii* DC., *quinqueloba* Ruiz et Pav., *prolifera* Otto, *bonariensis* Lam., *alata* A. Rich., *Humboldtii* A. Rich., *Barbarossa* Cham. & Schldl., *excentrica* Britt., *aconitifolia* A. Rich., *interrupta* Muhl., *pygmaea* Wright.

Von diesen ist besonders die Blattform der *H. excentrica* (Fig. 3 *a*) interessant; die *H. aconitifolia* (Fig. 3 *i*) ist durch ihre bis etwa zur Mitte fünflappigen Spreiten auffallend.

Wir sehen hier aber allmähliche Anklänge an die Formen mit nicht schildförmig gestielten Spreiten. Bei vielen Arten ist die Spreite vollkommen

⁵⁷⁾ Die Stellung dieser ungenügend bekannten Gattung ist aber fraglich; von der G. *Bowlesia* unterscheidet sie sich schon durch den Mangel der Sternhaare.

⁵⁸⁾ R i c h a r d, Monogr. du genre *Hydrocotyle*, Bruxelles 1820.

gleichmäßig entwickelt, bei einigen — so z. B. häufig bei der *H. bonariensis* (Fig. 3 g) — sieht man einen mäßigen Einschnitt, der mitunter (so manchmal bei der *H. modesta*) bis zur Hälfte reicht.

Die Entstehung der schildförmigen Spreiten aus tief herzförmigen wird uns einerseits durch die Entwicklungsgeschichte,⁵⁹⁾ andererseits durch Übergänge an der Pflanze selbst, wie sie von V e l e n o v s k ý ⁶⁰⁾ abgebildet worden sind, erläutert. Abnorm habe ich sogar auch unter den vollkommen entwickelten oberen Blättern einzelne atavistische, herzförmige Spreiten beobachtet.

Sehr interessante Blattformen mit schildförmiger Spreite weist die *H. quinqueloba* Ruiz et Pav. auf, deren Spreiten tief 3—9lappig sind (Fig. 3, b, c). Besonders auffallend sind jene mit 4 kreuzweise gestellten Lappen. Eine sehr schöne bildliche Zusammenstellung der verschiedenen Blattformen dieser Art findet sich bei U r b a n, in Mart Fl. Brasil. Taf. 73—75.

Von dem Typus mit schildförmigen Spreiten gelangen wir also zu dem zweiten Typus, wo die herzförmigen, normal gestielten Spreiten als Regel vorkommen. Dieselben sind entweder nur gezähnt oder seicht gelappt, wobei mitunter die Lappen der tief herzförmig-rundlichen Spreiten übereinandergreifen, so z. B. bei der japanischen *H. ramiflora* Max. (Fig. 3 e.)

Es gehen aber oft die Einschnitte tiefer in die Spreite, so besitzt z. B. etwa bis zur Mitte 5lappige Blätter *H. elongata* A. Cunn., noch etwas tiefer eingeschnittene *H. dissecta* Hook. f. Bei der *H. pilifera* Turcz. (Fig. 3, d) und *capillaris* F. Muell. (Fig. 3, l) gehen die Einschnitte noch über die Mitte heraus. Auf diese Weise kommen wir endlich zum dritten Blattpus, wo die Spreiten bis zum Stiele geteilt sind (in der Regel 3teilig), so z. B. bei der *H. rugulosa* Turcz. (Fig. 3, k), *crassiuscula* Tate (Fig. 4), *geraniifolia* F. Muell. (Fig. 3 o) u. a.

Es wäre noch zu bemerken, daß bei dem zweiten Blattpus als Ausnahme schildförmige Spreiten vorkommen. So hat U r b a n in Fl. Brasil. eine Varietät der *H. leucocephala* Cham. & Schldl. mit schildförmiger Spreite (var. *peltata*) beschrieben. Früher haben wir schon die Entstehung der schildförmigen Blätter erklärt; an diesem Falle sehen wir aber auch, wie sich diese Eigenschaft stabilisieren kann und ein Varietätsmerkmal wird.

Die Blätter der Gattung *Bowlesia* besitzen eine handförmige Nervatur und dieselben sind oft herzförmig und entweder nur gezähnt oder mehr oder weniger (bei der *B. palmata* Ruiz et Pav. z. B. sehr tief) gelappt oder eingeschnitten. Eine sehr schöne Blattform weist die *B. elliptica* Dom. mit herzförmig-elliptischen, nur gezähnten Blättern auf. Bei der *B. pulchella* Wedd. kommen mitunter neben lappigen auch einige ungeteilte, ganzrandige Blätter vor.

⁵⁹⁾ Vrgl. B u c h e n a u, l. c.

⁶⁰⁾ Vergl. Morphologie II. S. 480 und Abbild. 301.

Nicht so einheitlich ist die Blattform bei der Gattung *Schizeilema*. Wir treffen hier zunächst eine Reihe von Arten mit ungeteilten, herzförmigen Blättern mit rundlichen, meist gekerbten oder gelappten Spreiten an, so z. B. das *Sch. reniforme*, *Muelleri*, *Haastii*, *exiguum*. Von diesen Arten ist besonders die letztere, von Buchanan⁶¹⁾ abgebildete Art mit ihren kaum über 2 mm langen, rundlich-eilänglichen, an der Basis herzförmigen und undeutlich gekerbten Blättern bemerkenswert.

Die übrigen *Schizeilema*-Arten besitzen 3—5teilige Blätter mit verschiedenartig ausgebildeten, meist lappig-ingeschnittenen Teilungen. Das *Sch. trifoliolatum*⁶²⁾ besitzt dabei noch deutlich gestielte Teilblättchen. Diese Stiele entstehen einfach durch starke Verschmälerung der Teilblättchen und sind nicht abgegliedert. Die von Druide als „nomen nudum“ beschriebene *Azorella radians*⁶³⁾ stellt eine Form dieser Art vor, bei welcher bald die Seitenblättchen kurz gestielt bis sitzend sind und nur das mittlere Blättchen deutlich gestielt ist, bald wiederum umgekehrt die Seitenblättchen gestielt erscheinen und das mittlere sitzend ist.

Bei den australischen Arten der Gattung *Huanaca* (Sectio *Diplaspis*) sind die Blätter ungeteilt, rundlich und nur gekerbt (Fig. 6, *Huanaca cordifolia*); die amerikanischen Arten haben dagegen fiederteilige Blätter.

2. Die durch die Ausbildung der Scheiden charakterisierten Gattungen.

a) Mit durchaus einfachen Spreiten.

Zu dieser Abteilung gehören die Gattungen *Centella*, *Micropleura*, *Spananthe*, *Dickinsia*, *Pozoa*, *Laretia*.

Die Gattung *Centella* enthält c. 20 Arten, von welchen die meisten (15) in Südafrika heimisch sind, 2 auf dem Gebirge von Madagascar vorkommen, eine in Uluguru in Deutsch-Ostafrika, eine im Gebirge der chinesischen Provinz Jun-Nan ihre Heimat hat; eine Art ist in den Tropen und Subtropen der alten sowie auch der neuen Welt weit verbreitet.

Diese Gattung ist der Gattung *Hydrocotyle* sehr nahe verwandt, aber schon im vegetativen Teile dadurch vorzüglich charakterisiert, daß ihre Blattstiele allmählich an der Basis in eine umfassende, oder mitunter auch ganz kurz verwachsene Scheide übergehen und demzufolge auch keine Nebenblätter besitzen können.

Manchmal, besonders in den oberen Stengelpartien, treten die Scheidenränder etwas voneinander und umfassen dann nicht die ganze Peripherie des Stengels; im allgemeinen ist hier aber die Gliederung der Stengel deutlich erkennbar. Als Muster muß in dieser Hinsicht die *C. arbuscula* (Schlecht.) Dom. bezeichnet werden.

⁶¹⁾ Buchanan, Trans. New Zealand Instit. XIV. 1884, 345 (1885).

⁶²⁾ Abbildung siehe in Hookers f. Flora of New Zealand, Tab. XVIII.

⁶³⁾ Nach dem Originalexemplare im Kgl. Botan. Museum in Dahlem-Berlin.



Fig. 9. Die Blattformen bei der Gattung *Centella*: a) *C. tridentata* (L. f.) Drude; b) *C. hermanniifolia* (Eckl. et Zeyh.) Dom.; c) *C. calliodus* (Cham. & Schldl.) Drude; d) *C. arbuscula* (Schlecht.) Dom.; e) *C. villosa* L.; f) *C. asiatica* (L.) Urb.; g) ein Blatt einer anderen Varietät derselben Art aus Madagascar (Herb. Scott Elliot Nr. 3001); h) *C. glabrata* (L.) var. *plantaginea* (Sond.) Dom.; i) var. *latifolia* (Cham. & Schldl.) Dom.; k) l) var. *linifolia* (Sond.) Dom.; n—h) var. *cochlearia* Dom. (alles in natürl. Größe, nur b) und d) schwach vergr.). (Original.)

Die Untergattung *Solandra* umfaßt ausschließlich Xerophyten, die zum großen Teile Bergbewohner und auf die südwestliche Region der südafrikanischen Flora beschränkt sind. Dieselben haben meist lederige, oft sehr schmale oder auch zusammengerollte, stets einfache Blätter, die mitunter eine dichte, filzige Behaarung besitzen. Die halbstrauchige *C. virgata* (L.) Drude hat das Aussehen der bekannten südeuropäischen xerophilen Spartien. Viele Arten wachsen in Felsspalten, entwickeln sich aber, wie Schlechter⁶⁴⁾ bemerkt, zu sehr üppigen Formen, wenn sie in sandigen Boden gelangen, so z. B. die *C. montana* (Cham. & Schldl.) Dom. Jene Arten, welche nicht so xerophil ausgerüstet sind, bewohnen

⁶⁴⁾ Schlechter in Englers Botan. Jahrb. XXVII. 172 (1890).

nicht offene Hügel und Sandflächen, sondern suchen sich ihre Standorte zwischen Gebüsch und hohem Gras auf, wo sie geschützter sind.⁶⁵⁾ Als Beispiele von Blattformen siehe die Fig. 9 a (*C. tridentata* (L. f.) Drude), Fig. 9 b, (*C. hermanniifolia* (Eckl. & Zeyh.) Dom.), Fig. 9, d (*C. arbuscula* (Schlechter) Dom.).

Nicht so konform verhalten sich in dieser Hinsicht die Arten der Untergattung *Trisanthus*, obwohl dieselben im ganzen und großen Bewohner feuchter Lokalitäten sind und deshalb auch in ihren vegetativen Merkmalen von den *Solandra*-Arten bedeutend abweichen. Die in Südafrika endemischen Arten dieser Untergattung, so die *C. calliodus* (Cham. et Schldl.) Drude, *hederifolia* (Burch.) Drude, *eriantha* (Rich.) Drude, *flexuosa* (Eckl. & Zeyh.) Drude, sind in ihrem Baue mehr xerophil, wiewohl sie auch auf ziemlich feuchten, sandigen oder sogar moorigen Lokalitäten vorkommen können. Ausgesprochen hygrophil ist aber die *C. asiatica* (L.) Urb., was auch von den beiden, auf Madagascar heimischen Arten, dann von *C. ulugurensis* (Engl.) Dom. und *rubescens* (Franch.) Dom. gilt. Sie haben auch, ihren Standorten entsprechend, weiche, breitere Blätter, zarte, weitkriechende Stengel, die durch stolonenartige Ausläufer aus der Achsel der Blätter herumkriechen. Diese stehen in der Oekologie ihrer vegetativen Organe der Mehrzahl der *Hydrocotyle*-Arten sehr nahe.

Die Blätter bei allen *Trisanthus*-Arten sind stets breit, oft rundlich, herz- oder nierenförmig, mit strahliger Nervatur, am Grunde herzförmig oder abgerundet, nie in den Stiel allmählich verschmälert. Die Untergattung *Solandra* umfaßt insgesamt verholzende Halbsträucher oder Sträucher mit an der Basis keilförmigen, in den Blattstiel allmählich verschmälerten Spreiten.

Schon die *C. asiatica* ist durch einen großen Polymorphismus ausgezeichnet (Blattformen s. Fig. 9 f, g), es sind dies aber nur *Standortsformen*, über deren systematische Bedeutung sich schon S c h l e c h t e n d a l ⁶⁶⁾ treffend ausgesprochen hat. Übrigens ist hinreichend bekannt, wie auch andere sumpf- und wasserliebende Umbelliferen je nach dem Standorte variieren.

Sehr beachtenswert ist aber die in ihrer Tracht sehr veränderliche *C. glabrata* (L.) ampl., die sich durch einen enormen Blattpolymorphismus auszeichnet, welcher bei den verwandten Gattungen vielleicht nur von *Trachymene Billardieri* übertroffen wird. Es ließe sich hier nach der Blattform eine große Anzahl von Varietäten aufstellen, die aber zum größten Teile durch eine kontinuierliche Reihe von Mittelformen verbunden sind. Die verschiedenen Blattformen sind in der Fig. 9 h—p abgebildet worden; man wolle hier beobachten, wie mannigfaltige Blatttypen eine und dieselbe Art auszubilden vermag.

⁶⁵⁾ Vrgl. S o n d e r in H a r v e y & S o n d e r Fl. Capens. II. 532.

⁶⁶⁾ S c h l e c h t e n d a l in Linnaea I. (1826). S. 266.

Die breitblättrigsten Formen, die als var. *latifolia* bezeichnet werden (i), besitzen bis beinahe 3 cm breite, 3-, seltener 5nervige Spreiten; unter dem Namen var. *plantaginea* (h) werden Formen mit 3nervigen c. 5—9 mm breiten Spreiten zusammengezogen. Die als var. *linifolia* (k, l) bezeichneten Formen haben schmal-lineale zusammengerollte Blätter, die mitunter kaum breiter sind als 1 mm. Sehr merkwürdig ist die var. *cochlearia* mit verkehrt-eilänglichen oder elliptischen Blättern (m).⁶⁷⁾

Die monotypische Gattung *Micropleura* La Gasca steht der Gattung *Centella* sehr nahe, unterscheidet sich aber schon durch die unterirdischen Knollen; sie besitzt herzförmig-nierenförmige gekerbte 6—9strahlignervige Blätter mit ziemlich langen Stielen, welche in deutliche, umfassende Scheiden übergehen. Dieselben besitzen mitunter kurze Seitenöhrchen.

Die ebenfalls monotypische Gattung *Dickinsia* Franch. stimmt nach der Originalabbildung Franchet's⁶⁸⁾ mit den europäischen *Hydrocotyle*-Arten im Habitus überein, doch die Blattstiele übergehen in deutliche Scheiden.

Die Gattung *Spananthe* Jacq. besitzt nur eine einzige Art,⁶⁹⁾ die *Sp. paniculata* Jacq., eine aufrechte, krautige Pflanze mit großen langgestielten weichen Blättern, deren Spreite meist herzförmig, lang zugespitzt und gekerbt (oder gekerbt-gesägt) sind und am Grunde konstant einen Wimperkranz besitzen. Die Blattstiele übergehen in verhältnismäßig große, gewimperte und meist vollkommen umfassende Scheiden (Fig. 10 a). Die Blattform ist aber sehr variabel, manchmal sind auch die Blätter in der Blütenregion so breit wie die unteren, öfters schmaler bis ganz schmal (f. *lanceolata*, Fig. 10 b). Am abweichendsten ist die von mir als var. *urticifolia* bezeichnete Form mit nicht (oder kaum) herzförmigen, dreieckig-rundlichen, fast im ganzen Umfange grob-gezähnten Spreiten (Fig. 10 c).

Bei der Gattung *Pozoa* Lag. sind alle Blätter grundständig, rosettenartig genähert, langgestielt, mit lederigen, rundlichen oder rundlich-keilförmigen, meist grobgezähnten Spreiten; die Stiele übergehen in mehr oder minder vollkommen umfassende Scheiden. Auf der Taf. II. Fig. 3 und 4 sind die Blätter der *Pozoa coriacea* Lag. aus Chile mit vollkommen und unvollkommen umfassenden Scheiden abgebildet. Beide Blätter stammen von einer und derselben Pflanze her.

Die kleine Gattung *Laretia* Gill. et Hook. besitzt in der Art *L. acaulis* G. et H. einfache, ganzrandige, schmal lanzettliche Spreiten, welche mit einer verschmälerten Basis direkt in die großen, aber meist nicht ganze Stengelperipherie umfassenden Blätter übergehen. Die kleinen Blätter

⁶⁷⁾ Näheres siehe bei K. D o m i n, Monographische Übersicht der Gattung *Centella* L. in Englers Botan. Jahrb. XLI. 148—169 (1908).

⁶⁸⁾ F r a n c h e t in Nouv. Arch. Mus. Paris. 2me sér. VIII. tab. XVIII. Fig. A. (1885).

⁶⁹⁾ *Sp. angulosa* Turcz. ist spezifisch von der *Sp. paniculata* nicht zu trennen.

decken sich dicht dachziegelförmig.⁷⁰⁾ Die *L. compacta* Reiche ist eine Deckenpflanze, die in ihrem vegetativen Teile der *Azorella prismatoclada* täuschend ähnlich ist.

Die in Brasilien endemische, 3 Arten zählende Gattung *Klotzschia* Cham. besitzt meist große, tief-gelappte *schildförmige* Spreiten; als Beispiel

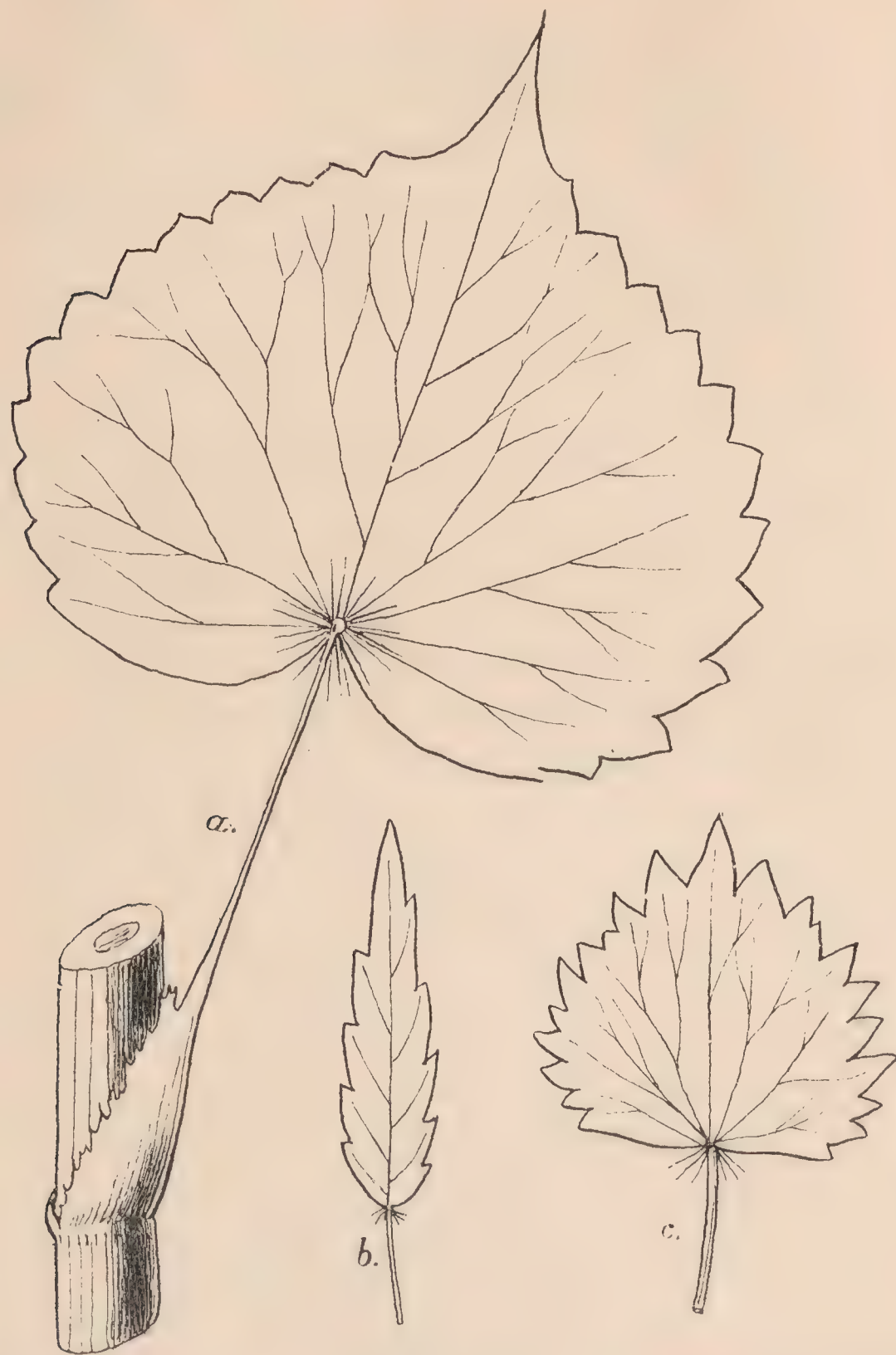


Fig. 10. *Spananthe paniculata* Jacq.: a) ein Blatt der var. *typica*, b) der f. *lanceolata*, c) der var. *urticifolia* Dom. (1/1). (Original.)

seien die unbehaarte *K. brasiliensis* Cham. und die behaarte *K. Glaziovii* Urb. genannt. Die Blattstiele übergehen an der Basis in meist umfassende Scheiden. Bei den oberen Blättern können wir beobachten, wie der Basalwinkel tiefer wird und sich der Insertionsstelle des Blattstieles nähert, bis endlich aus den schildförmigen Spreiten pfeilförmige (mit freien Seitenlappen) entstehen.⁷¹⁾

Bei den Gattungen *Oschatzia* Walp. und *Dichosciadium* Dom., die nach der Ausbildung der Blattspreite in diese Abteilung gehören, kann

⁷⁰⁾ Siehe das Habitusbild in Weddell, *Chloris andina*, Tab. 70.

⁷¹⁾ Vrgl. die Abbildung der *K. brasiliensis* bei Urban in Mart. Fl. Brasil. l. c., Tab. LXXVIII., Fig. III.

hier davon nicht die Rede sein, da es Stauden mit Grundrosetten gestielter Blätter sind, aus welchen nur Doldenschäfte, nicht aber beblätterte Stengel hervorkommen. Die scheidenartig verbreiterten, untersten Blattstielteile umfassen hier übrigens nie die Stengelperipherie vollkommen.

b) Mit durchaus oder meist geteilten Spreiten.

Mulinum Pers., eine Charaktergattung des extratropischen Südamerikas, enthält zumeist Halbsträucher von sparrigem Wuchse, deren Blätter oft dreiteilig sind, mit nicht selten fiederteiligen Abschnitten. Die Zipfel sind schmal und steif, in der Regel dornig, die Blattscheiden meist röhrenförmig zusammengewachsen, die Stengel fest umschließend. Bei dem Übergange des Stiels in die Scheide finden wir hier selten einen niedrigen, häutigen Saum (eine Ligula) entwickelt, so z. B. manchmal bei robusten Exemplaren des *M. spinosum* Pers.

Bei der Mehrzahl der Arten — als Beispiel kann das erwähnte, sehr variable *M. spinosum* (Taf. II. Fig. 5) dienen — sind die Zipfel steif und dornig. Das *M. microphyllum* Pers. und *Morenonis* Spegazz. besitzt kleine, dreiteilige Blätter, deren Zipfel zwar stumpf, aber mit einer steifen Borste beendet sind. Dabei, was besonders beachtenswert ist, sind *die dicklichen 3 Blattzipfel von dem ganz kurzen oder längeren Blattstiele deutlich abgegliedert* und fallen schließlich auch in der Gliederungsstelle ab, wogegen die Scheiden und Blattstiele noch lange Zeit die alten Zweige umhüllen (vgl. Taf. II. Fig. 6).

Das mir unbekannte von Spegazzini im Jahre 1899 beschriebene *M. Valentini*⁷²⁾ soll laut der Diagnose stumpfe Segmente ohne Borsten haben.

Sehr interessant ist das kleinblättrige *M. crassifolium* Ph. mit steifen, aber *fleischig-verdickten*, vorn 3teiligen Blättern.

Die Gattung *Diposis* DC. (2 Arten) besitzt weiche, 3teilige Blätter mit gelappten Abschnitten. Die kurzen Blattstiele gehen allmählich in eine deutliche Scheide (Taf. II. Fig. 1) über.

Die monotypische Gattung *Eremocharis* Phil. besitzt geteilte Blätter mit steifen, kurzen Abschnitten und mit Scheiden, die zum größeren Teil die ganze Stengelperipherie umfassen; bei den oberen Stengelblättern treten allerdings die Scheidenränder mehr oder weniger voneinander.

Die Gattung *Bustillosia* Clos besitzt fein fiederteilige Blätter mit sehr schmalen bis fadenförmigen (*B. chilensis* var. *setacea*) Segmenten. Die scheidenartige Verbreiterung der Blattstielbasis ist hier aber so *gering*, daß von umfassenden Scheiden schon gar keine Rede sein kann. Somit bildet diese Gattung einen Übergang zu jenen Gattungen, bei welchen überhaupt keine Scheiden vorkommen und wir könnten sie auch dortselbst

⁷²⁾ Spegazzini in Anal. Sociedad. Cient. Argent. XLVII. 64 (1899).

anführen. Ähnlich verhält es sich auch mit der Gattung *Gymnophyton* Clos, die durch fast blattlose, verzweigte und gerillte Stengel charakterisiert ist. Besonders die Stengelblätter sind auf kleine, öfters 3teilige Brakteen reduziert; dieselben werden mitunter stechend.

Ähnlich verhält es sich auch mit der Gattung *Asteriscium* Cham. & Schldl., welche durch weichere \pm beblätterte Stengel, durch ungeteilte oder handförmig gelappte bis geteilte Blätter, deren Stiele an der Basis in kleine, nie vollkommen umfassende Scheiden verbreitert sind, charakterisiert ist.

Wir sehen hier, daß von den 4 nahe verwandten Gattungen (*Asteriscium*, *Bustillosia*, *Eremocharis*, *Gymnophyton*) alle durch sehr starke Reduktion der Scheiden gekennzeichnet sind. Am besten sind dieselben noch bei *Eremocharis* entwickelt; die übrigen 3 Gattungen sind schon mehr oder weniger scheidenlos und sie ebnen uns den Weg zu jenen Gattungen, wo die Scheiden spurlos verschwunden sind und wo sogar die Blatininsertion mitunter kurz herabläuft. Einige Arten der Gattung *Asteriscium* (so *A. pozoides* Clos u. a.) sind in der Form der Spreite mit einigen *Centella*-Arten identisch.

Die Gattung *Bolax* Comm., der Gattung *Azorella* verwandt, im vegetativen Teile durch das Vorhandensein von Sternhaaren verschieden, zählt nur zwei Arten, von welchen besonders *Bolax glebaria* Comm., in Hooker's Icon. Plant. V. 492 (1842) abgebildet, wohlbekannt ist. Dieselbe besitzt 3lappige Blätter mit stark übergerollten Rändern, die direkt den sehr breiten Scheiden aufsitzen (Taf. III. Fig. 1). Bei manchen Formen sind die Ränder so stark übergerollt, daß sie die ganze Oberseite der Spreite verdecken.

c) Mit zum Teil einfachen, zum Teil geteilten Spreiten.

In diese Abteilung gehören in erster Reihe zwei höchst interessante und sehr artenreiche Gattungen, die südamerikanische *Azorella* Lam. und die australische *Xanthosia* Rudge.

Ich habe es versucht, in erster Reihe auf Grund der verschiedenen Blattformen ein System innerhalb der sehr schwierigen Gattung *Azorella* zu schaffen und gelangte wenigstens zu einem praktischen Schlüssel, welcher eine leichte Bestimmung ermöglicht. Im nachfolgenden wollen wir die Haupttypen des *Azorella*-Blattes in kurzer Übersicht anführen (hiezuf. Taf. III.):

A. Blätter deutlich gestielt, die Spreiten in den Stiel keilförmig verschmälert, vorn 3lappig und gezähnt oder nur 3—5zählig. Die Dolden länger gestielt. (Sect. *Pseudopozoa*.)

Hieher gehören zwei Arten und zwar die *A. diversifolia* Clos und *incisa* Wedd.

B. Blätter deutlich gestielt, die Blattstiele von der Spreite deutlich abgegrenzt:

a) Spreiten einfach und ganzrandig, die am Rande lang steif-wimperigen Scheiden röhrenförmig verwachsen.

Hieher gehört die interessante *Az. filamentosa* Lam. (Taf. III. Fig. 6.), bei welcher die Blattstiele mitunter länger sind als die Spreiten, manchmal sich aber so verkürzen, daß die Spreite direkt der Scheide aufsitzt. Dies ist wichtig aus dem Grunde, da uns diese Art somit den Weg zu der vierten Sektion (*Eu-Azorella*) zeigt, wo stets den Scheiden direkt aufsitzende Spreiten vorkommen.

Auch die merkwürdige *Az. Ameghinoi* Spegaz. (Taf. III. Fig. 8) mit eingerollten Blatträndern und interessanten Trichombildungen gehört in diese Gruppe.

b) Spreiten gelappt, gezähnt oder gekerbt, Scheiden meist nicht röhrenförmig zusammengewachsen, sonst wie a.

Hieher gehört die *Az. crenata* Pers. (Taf. III. Fig. 2), *Az. biloba* Wedd. (Taf. III. Fig. 4, 5), *Az. ecuadorensis* Dom. u. a.

c) Spreiten 3—5teilig, Segmente eingeschnitten gelappt, sonst wie b.

Hieher gehört die *Az. trifoliolata* Clos (Taf. III. Fig. 3). Die *Az. aretioides* Willd. besitzt zwar meist 3teilige Blätter mit zuweilen tief zweispaltigen Lateralsegmenten, aber dieselben sind im Gegensatz zu der *Az. trifoliolata* stets ganzrandig, wodurch sie als ein Verbindungsglied zwischen den Gruppen *b)* und *c)* bezeichnet werden kann.

C. Spreiten kämmig eingeschnitten, mit der keilförmigen Basis bald in die große röhrenförmig zusammengewachsene Scheide verschmälert; deutliche Blattstiele somit nicht vorhanden (Sect. Pectophytum).

Hieher gehören zwei sehr ähnliche, etwa an *Saxifraga caespitosa* erinnernde Arten, und zwar die *Az. peduncularis* Wedd. und *Az. multifida* Pers. (vrgl. Taf. III. Fig. 7).

D. Polster- und Deckenpflanzen, die Blattspreiten direkt in die Scheiden übergehend (daher keine Blattstiele vorhanden) (Eu-Azorella).

a) Mit einfachen Blättern und nicht zusammengewachsenen Scheidenrändern. Hieher gehört die *Az. caespitosa* Cavan. (Taf. III. Fig. 10) mit deutlicher Spreite und Scheide, dann die *Az. apoda* A. Gray (Taf. III. Fig. 12), wo die Grenze zwischen der Scheide und Spreite langsam verschwindet, da dieselbe mit breiter Basis in die nur wenig ausgehöhlte Scheide übergeht und dann die *Az. diapiensioides* A. Gray⁷³⁾ mit stumpflichen Spreiten und *Az. prismatoclada* Dom., bei welcher, ähnlich wie bei der *Laretia compacta* (Taf. III. Fig. 13), die Scheiden mit den Spreiten in kleine Blättchen, die anscheinend ein einheitliches Gebilde vorstellen, vereinigt sind.

b) Mit 3—5spaltigen oder teiligen Blättern.

⁷³⁾ Abgebildet in Weddell, Chloris Andina II. Tab. 67 A. (als *Az. glabra*).

In diese Gruppe gehört die Mehrzahl der *Azorella*-Arten, die man je nach der Behaarung der Spreiten, den gestielten oder sitzenden Dolden, der Ausbildung der Merikarprien in einige kleinere Unterabteilungen einteilen kann. Von den bekannteren Arten sei z. B. *Az. Selago* Hook. (Taf. III, Fig. 9) mit röhrenförmig zusammengewachsenen Scheiden und steifwimperigen Spreiten, die *Az. lycopodioides* Gaud. mit ebenfalls zusammengewachsenen Scheiden, aber beiderseits kahlen Spreiten, die berühmte Deckenpflanze *Az. madreporica* Clos mit kleinen, kurz 3spaltigen, oberseits behaarten Spreiten, die *Az. pulvinata* Wedd. (Taf. III, Fig. 11) mit stark verdickten, später weißlichen und sehr lange aushaltenden Scheiden genannt.

Die verschiedenen Blattformen der Gattung *Azorella* bilden eine so interessante und für die Deutung des Umbelliferen-Blattes im allgemeinen lehrreiche Formenkette, wie wir sie kaum bei einer anderen Gattung finden. Wir werden noch später zeigen, wie wichtig dieselbe für die phylogenetische Erklärung der verschiedenen Blattformen ist.

Aber auch die Gattung *Xanthosia* weist recht verschiedene Blattyphen auf. Die Blätter sind hier meist lederig-immergrün, ungeteilt, ganzrandig, gezähnt (mitunter dorniggezähnt), oder gelappt, oder auch geteilt. Sie sind kurzgestielt, oder auch sitzend und tragen Scheiden, die in der Regel vollkommen (am wenigsten bei *X. Atkinsoniana* F. Muell.) den Stengel umfassen.

Sehr merkwürdige Blätter besitzt die in Hooker's Icon. Plant. VIII. tab. 726 abgebildete *X. ciliata* Hook. (Taf. II, Fig. 7—9), mit lederartigen, ganzrandigen, länglich-linealen, an den Rändern schwach zurückgerollten Spreiten, die direkt den röhrenförmig zusammengewachsenen, am Rande gewimperten Scheiden aufsitzen, von diesen aber *deutlich abgliedert sind und auch gliederig abfallen*.

Die bekannte *X. pilosa* Rudge zeichnet sich durch einen großen Blattpolymorphismus aus, doch die verschiedenen Formen erfordern eine kritische Revision. Schon Benth⁷⁴⁾ sagt von denselben: „Leaves cuneate, obovate, oblong, lanceolate or broadly ovate, coarsely sinuate-toothed, 3- or 5-lobed or rarely tripartite.“ Die kleinen Scheiden umfassen bei dieser Art bald die ganze Stengelperipherie, bald wiederum nur einen Teil derselben, wie dies auch bei einigen anderen Arten der Fall ist. Doch die Scheidenränder sind (mit Ausnahme der schon erwähnten *X. ciliata*) in der Regel frei; nur kurz an der Basis zusammengewachsen pflegen sie bei der *X. tridentata* DC. zu sein.

Vielfach geteilte Blätter besitzt die *X. dissecta* Hook,⁷⁵⁾ bei welcher die Spreiten 1mal oder 2mal dreiteilig, die Segmente schmal-keilförmig oder lineal, scharf 3zählig oder 3lappig sind. Die im unteren Teile voll-

⁷⁴⁾ Bentham, Fl. Austral. III. 360 (1866).

⁷⁵⁾ Abgebildet in Hooker's Icon. Plant. IV. Tab. 302.

kommen umfassenden Scheiden lassen zwischen ihren Rändern in den oberen Partien eine kleinere oder größere Strecke frei.

Bei der *X. fruticulosa* Benth. sind die Segmente der 3teiligen Blätter in der Regel 3lappig, aber mitunter auch ganz.

Beinahe rundliche, unregelmäßig gezähnte Blätter besitzt die *X. rotundifolia* DC., welche auch durch gut umfassende Scheiden charakterisiert ist. —

Langgestielte Blätter treten z. B. bei der *X. Atkinsoniana* F. Muell. und *peduncularis* Benth. auf.

3. Die durch den Mangel der Scheiden charakterisierten Gattungen.

Die *Hydrocotyloideae* sind die interessanteste Gruppe der Umbelliferen, weil oft in einer und derselben Gattung unerwartete Extreme zusammenzutreffen pflegen und weil sich die verschiedensten Merkmale in so mannigfaltiger Weise verbinden, daß diese Gruppe an und für sich ein kaum zu erschöpfendes Material für allerlei Betrachtungen bietet. So ist es auch mit der Ausbildung der Scheiden der Fall. Wir haben Beispiele kennen gelernt, wo die Scheidenbildung im progressiven Sinne weiter fortgeschritten ist, als wir es bei den *Apioideae* finden, wo die, die ganze Stengelperipherie umfassenden Scheiden beinahe zu einer allgemeinen Regel geworden sind. Aber gerade auch bei den *Hydrocotyloideae* finden sich Gattungen vor, bei welchen nur *einfache Blätter*, die keine Scheiden tragen, als normal auftreten. Sie sind entweder direkt mit der verschmälerten Blattbasis, oder mit einem kurzen Blattstiele inseriert. Hin und wieder finden sich bei den unteren Blättern auch etwas verbreiterte Blattstiele, aber nirgends kann man von ausgesprochenen, umfassenden Scheiden reden.

In diese Gruppe gehören die Gattungen *Didiscus*, *Homalosciadium*, *Trachymene*, *Pentapeltis*, *Schoenolaena*, *Hermas*, *Actinotus*. Wie schon vorher (S. 139—140) erwähnt wurde, schließen sich diesen Gattungen die sich um *Asteriscium* gruppierenden 3 Gattungen eng an.

Die ungefähr 25 Arten zählende Gattung *Didiscus* DC. besitzt in der Regel Blätter von weicherer Konsistenz, aber verschiedenartig ausgebildet. Es überwiegen Blätter mit doppelt 3teiligen, handförmig oder fiederförmig zerschnittenen Spreiten. Am wenigsten geteilte Blätter besitzt der *D. hemicarpus* F. Muell., besonders in der merkwürdigen Varietät *rotundifolius* (Benth.) Dom. Sehr wenig geteilte Spreiten besitzt der *D. humilis* Hook. f., wo auch ungeteilte, ganzrandige Blätter mitunter beigemischt vorkommen. Außerdem haben nur gelappte Blätter mit handförmiger Nervatur *D. saniculifolius* (Stapf) Dom., *celebicus* (Hemsley) Dom., *compositus* Dom. Aber schon bei einigen Formen der ersten Art reicht die Einschneidung bis zum Blattstiele und wir haben hier also eine Verbindung mit der Mehrzahl der Arten mit 3 bis 5teiligen Spreiten

und verschiedenartig ausgebildeten Segmenten. Im allgemeinen sind die letzten Segmente breiter, nur *D. tenuifolius* Dom. hat schmal-lineale, kaum $\frac{1}{2}$ mm breite Blattabschnitte, wodurch er noch die schmalblättrigen Formen des *D. incisus* (Rudge) Dom. übertrifft.

Die Blätter sind sämtlich gestielt, meist langgestielt und erst die obersten Blätter haben mitunter kurze Stiele oder sind sitzend. Die Stengelblätter sind den untersten Blättern ähnlich, nur oft durch tiefere Einschnitte und schmälere Segmente gekennzeichnet. Eine Ausnahme hierin bildet z. B. der *D. hemicarpus* F. Muell., wo sich nur an der Stengelbasis große Blätter befinden, wogegen die Stengelblätter auf lineale Brakteen reduziert sind.

Bei vielen Arten sind die Blattstiele an der Basis überhaupt nicht verbreitert. Andere Arten haben mit etwas verbreiteter Basis inserierte Blattstiele, aber deutliche, umfassende Scheiden kommen nirgends vor. Am meisten scheidenartig verbreiterte Blattstielbasis besitzt der *D. celebicus*⁷⁶⁾ und *saniculifolius*.⁷⁷⁾ Bei der ersteren Art erreicht die scheidenartige Verbreiterung eine Breite von mehr als 2 cm und da die Blätter rosettenartig genähert sind, so gewährt es den Eindruck, als ob sie ganz stengelumfassend wären, was aber nicht der Fall ist. Bei einigen Arten, so sehr schön bei dem *D. Gillenae* (Tate) Dom. und *macrophyllus* Dom., ist die scheidenartige Verbreiterung der Blattstielbasis gefranst-gewimpert.

Die monotypische west-australische Gattung *Homalosciadium* Dom. besitzt 3spaltige Blätter mit keilförmigen, scharf 2—3gezähnten Segmenten; die Spreiten gehen allmählich mit keilförmiger Basis in die nicht verbreiterten, sondern schmal inserierten Blattstiele über.

Die Gattung *Trachymene* (Rudge) DC. em. zählt zusammen 25 Arten, die insgesamt in Australien heimisch sind und die in zwei Sektionen zerfallen. Die Sektion *Platymene* zeichnet sich durch sehr reduzierte einmal oder doppelt dreiteilige Blätter, die öfters so klein sind, daß die ganze Pflanze blattlos aussieht. Die Sektion *Dendromene* hat dagegen ungeteilte, immergrüne Blätter von lederartiger Konsistenz.

Die Blätter sind bei allen *Trachymene*-Arten mit schmalen, kurzen Blattstielen oder nur mit verschmälelter Blattbasis inseriert. Die Scheiden sind gänzlich verschwunden und die dünne Stielbasis läuft mitunter mit kurzen Spuren am Stengel herab.⁷⁸⁾

Sehr merkwürdig ist die *Tr. deflexa* Turcz., bei der die dichten, kleinen Blätter auffallend zurückgekrümmt sind, wodurch die ganze Pflanze einen sehr eigenartigen Habitus erhält.

⁷⁶⁾ Vrgl. die Abbildung in Hooker's Icon. Plant. Tab. 2487 (1896).

⁷⁷⁾ Vrgl. die Abbildung ebenda Tab. 2308 (1894).

⁷⁸⁾ Vrgl. die schöne Abbildung der *Tr. Billardieri* in Velenovskýs Vrgl. Morphol. II. S. 559, Fig. 357.

Durch außerordentlichen Blattpolymorphismus zeichnet sich der Kreis der *Tr. Billardieri* aus (Fig. 11), welchen ich in 3 Arten einteile: die *Tr. crassifolia* Benth. mit nur c. 2—4 mm langen rundlichen fleischigen und horizontal abstehenden Blättchen (Fig. 11 g), dann die *Tr. cuneata* (Benth.) Dom. mit lederartigen c. 4—8 mm langen, keilförmig verkehrt-eiförmigen oder (wegen der eingebogenen Spitze) beinahe verkehrt-herzförmigen Blättern (Fig. 11 h i) und endlich die *Tr. Billardieri* (Benth.) F. Muell., bei der die Blattform von rundlicher bis zu linealer variiert. Durch rundliche Spreiten sind die Varietäten *conferta* (Fig. 11 a) und *orbicularis* (Fig. 11 f), durch ovale oder elliptisch-ovale die Varietät *ovata*

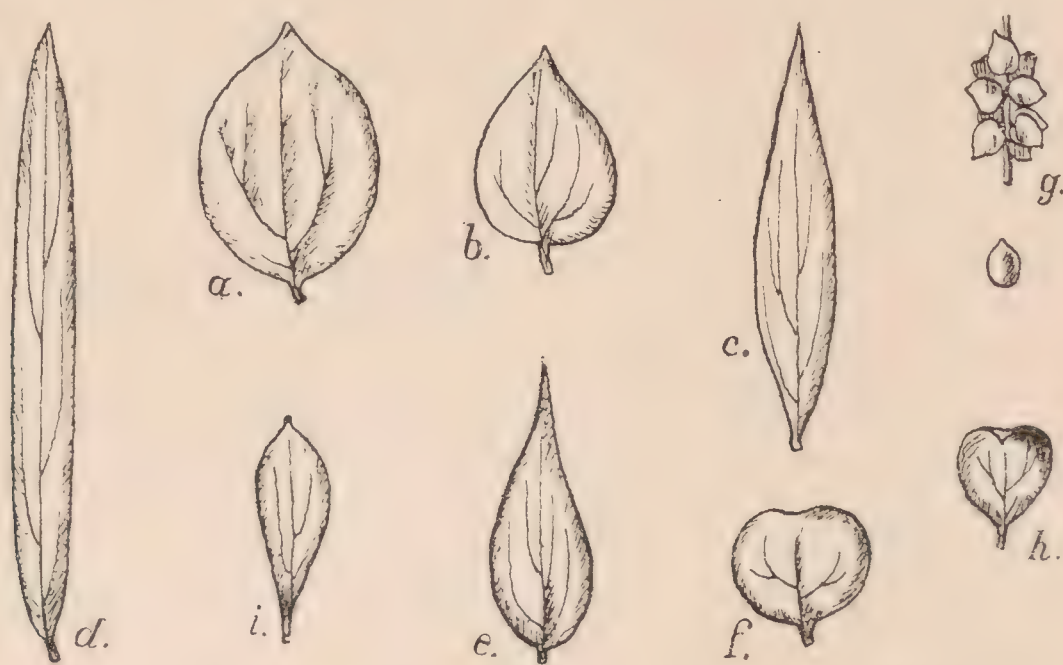


Fig. 11. Die Blattformen der *Trachymene Billardieri* (spec. collect.): a) var. *conferta*, b) var. *ovata*, c), d) var. *lanceolata*, e) var. *myrtifolia*, f) var. *orbicularis*; g) *Tr. crassifolia* Benth.; h), i) *Tr. cuneata* (Benth.) Dom. (Natürl. Größe.) (Original.)

(Fig. 11 b), durch lanzettförmige bis schmal länglich-lanzettliche die Varietät *lanceolata* (Fig. 11 c, d), durch oval- oder elliptisch-lanzettliche die Varietät *myrtifolia* (Fig. 11 e), charakterisiert. Die einzelnen Formen sind aber durch Mittelstufen verbunden, so daß es unmöglich ist, auch die Extremformen spezifisch zu trennen. Die *Tr. Billardieri* (sensu latissimo) kann wohl als das klassische Beispiel eines ausgeprägten Blattpolymorphismus angeführt werden.

Die australische Gattung *Pentapeltis* Bunge, der Gattung *Xanthosia* nahe verwandt, zählt 2 Arten, die lederige einfache, langgestielte Blätter besitzen. Die Spreiten der *P. peltigera* Bunge sind schwach kreis-herzförmig, gekerbt-gezähnt mit starken, hervorragenden Nerven und unterseits nur ganz schwach verbreiterten Stielen (Taf. II. Fig. 10); eine ausgesprochene Scheide ist nicht entwickelt, wie dies auch bei der *P. silvatica* (Diels) Dom. mit rhombischen Spreiten (Taf. II. Fig. 11) der Fall ist.

Die west-australische Gattung *Schoenolaena* Bunge umfaßt zwei nahe verwandte Arten, die durch scheidenlose, schmal-lineale, zusammengerollte Blätter charakterisiert sind. Die Fig. 12 führt uns ein Stengelblatt der *Sch. tenuior* Bunge vor.

Die südafrikanische Gattung *Hermas* L., welche früher zu den *Cachrydeae* gestellt wurde, umfaßt Stauden mit dichten Rosetten von lederigen,



Fig. 12. Ein
Blatt von
Schoenolaena
tenuior Bunge.
(Original.)

oft unterseits filzigen Blättern, wogegen die Stengelblätter häufig nur auf steife, lineale Hochblätter reduziert sind. Die Spreiten sind stets ungeteilt, gezähnt, gesägt-gewimpert oder eingeschnitten-gezähnt. Die Blattstiele, die meist bedeutend kürzer sind als die Spreiten (nur bei *H. capitata* L. f. ist der Gegenteil der Fall), sind in der Regel an der Basis nur ganz wenig verbreitert, so daß von echten Scheiden keine Rede sein kann. Nur die *H. villosa* Thunb. hat zum Teil ziemlich große, *vollkommen umfassende* und lange stehen bleibende Scheiden.

Die schöne australische Gattung *Actinotus* Labill. besitzt meist einfach oder doppelt dreiteilige Blätter, die ohne deutliche Scheiden dem Stengel ansitzen.⁷⁹⁾

B. Die Blätter der Saniculoideae.

In vorangehendem waren wir bemüht, die interessanteren Blattparten der *Hydrocotyloideae* ziemlich erschöpfend zu behandeln. Was aber die *Saniculoideae* und besonders die *Apioideae* anbelangt, so wollen wir uns auf einige Bemerkungen über die interessanteren Formen beschränken, indem wir hier durchaus nicht den Anspruch auf Vollständigkeit machen.

In diese Abteilung gehören ungefähr 10 Gattungen, deren Blätter aber recht verschieden sind. Im allgemeinen überwiegen weniger geteilte, öfters ungeteilte, handförmig-nervige, 3—7lappige oder spaltige Blätter, die dann durch weitergehende Einschnitte in die Blattspreite zu 3—5teiligen werden können (vgl. die Blätter von *Sanicula*, *Hacquetia*, *Astrantia*, *Petagnia*). Die Gattung *Arctopus* L. besitzt doppelt eingeschnitten-gekerbte Blätter mit breit-geflügelten Blattstielen. Die interessante *Lagoecia cuminoides* L. besitzt lanzettliche, fiederteilige Blätter mit schmalen, dornig-begrannten Segmenten und vollkommen umfassenden, länglich-linealen, mit den untersten Blattabschnitten vereinigten Scheiden.

Die kleine orientalische Gattung *Actinolema* Fenzl hat einfache, an *Eryngium* erinnernde Blätter. So besitzt das einjährige *A. macrolema* Boiss. einfache, eilängliche Spreiten, die in eine zarte, dornige Granne auslaufen und deren stielartig verschmälerte Basis sich in eine deutliche, aber dennoch nicht die ganze Stengelperipherie umfassende Scheide verbreitert.

Nun kommt aber die große, artenreiche Gattung *Eryngium* L. in Betracht, bei welcher besonders die merkwürdigen, monokotylen-

⁷⁹⁾ Vrgl. die Abbildungen in H o o k e r s Icon. Plant. IX. Tab. 847 (*A. leucocephalus* Benth.); L a B i l l a r d i è r e Plant. Novae Hol. Spec. I. Tab. XCII. (1804) (*A. Helianthi* Labill.); Botan. Reg. VII. Tab. 654 (dieselbe Art); H o o k e r f. Fl. Tasm. I. Tab. 36 (*A. bellidioides* (Hook.) Benth.).

ähnlichen Arten seit alther einer erhöhten Aufmerksamkeit sich erfreuen. Die Blattformen sind bei dieser Gattung sehr mannigfaltig und wurden von D r u d e ⁸⁰⁾ in folgende 4 Kategorien eingeteilt:

1. Stiel schmal und lang, von der ungeteilten und nur eingeschnitten gekerbt-gesägten Spreite mit meistens herzförmigem Grunde scharf abgesetzt oder die Spreite ist handförmig-fiederförmig, regelmäßig in wenige, von unten nach oben an Größe abnehmende Zipfel zerschnitten (*Eryngia planifolia*).

2. Stiel aus der Scheide allmählich in die Spreitenrippe übergehend, Spreite handförmig oder fiederförmig tief zerteilt mit dornig-gezähnten Abschnitten. Diese schon oberhalb der Scheide beginnend, nach oben größer werdend (*Eryngia fissifolia*).

3. Die Blattscheide ohne deutliche Stieleinschnürung in eine breite oder schmale, lang lineal-lanzettliche Spreite übergehend; Rand der Spreite mit anastomosierenden Netzdern und starkem Randnerv, mit dornigen Sägezähnen (an Stelle fiederförmiger Abschnitte) in der ganzen Länge besetzt (*Eryngia spinoso-serrata*).

4. Wie vor., aber die Spreite von parallelen Nerven ohne Netzdern durchzogen, stets schmal-lineal zugespitzt, der gerade verlaufende Randnerv entweder ganz glatt oder mit entfernt stehenden Stacheln besetzt (*Eryngia yuccifolia*).

Was die morphologische Bedeutung dieser lebhaft an die Bromeliaceen erinnernden Blätter sowie jener der Kategorie 4. anbelangt, so kann wohl niemand, der eine Anzahl verschiedener *Eryngium*-Arten verglichen hat, bezweifeln, daß es sich hier um *stark reduzierte, aber wahre Blätter* und nicht etwa um Phyllodien — blattartig erweiterte Blattstiele — handelt, wie D e l a r o c h e ⁸¹⁾ und nach ihm andere meinten.

Allerdings sehen wir, wie sich die Spreite, die bei vielen Arten handförmig oder fiederförmig tief zerteilt ist, reduziert, bis endlich nur kleine, fiederförmige Abschnitte übrig bleiben, welche auf der erweiterten Mittelrippe des Blattes sitzen und welche dann bis zu ganz schmalen, stachelähnlichen Bildungen herabsinken können. Gleichzeitig verkürzt sich auch der Blattstiel, welcher sich endlich bis auf Null reduziert; die Stieleinschnürung verschwindet und auf diese Weise fließt dann der breit lineale Spreitenteil mit der Scheide vollkommen zusammen.

M ö b i u s ⁸²⁾, der sich mit diesen Eryngien sehr eingehend beschäftigte, bestätigt, daß diese Blätter in ihrem anatomischen Bau im unteren

⁸⁰⁾ D r u d e in Englers Famil. l. c. S. 140.

⁸¹⁾ D e l a r o c h e, Eryngiorum nec non generis novi Asclepideae historia, Paris 1808.

⁸²⁾ M ö b i u s, Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der monokotylen-ähnlichen Eryngien in Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. XIV. (1884), 379—425, 3 Tafeln (citirt als M ö b i u s I.); Weitere Untersuchungen über monokotylen-ähnliche Eryngien, ibidem Bd. XVII. (1886), 591—621, 2 Tafeln (citirt als M ö b i u s II.).

Teile der Scheide, im oberen der Spreite (und nicht dem Blattstiele!) entsprechen und daß sich allerlei Übergänge, von breiten, fiederartigen Blattzähnen zu schmalen Stacheln vorfinden.

Höchst merkwürdig ist es aber, daß sich die Ähnlichkeit dieser Eryngien mit den Monokotylen (man vergleiche schon die an dieselben erinnernden Speziesnamen wie *aloifolium*, *bromeliifolium*, *luzulifolium*, *erio-phorum*, *junceum*, *scirpinum* etc.) nicht nur auf das Äußere (und die Nervatur) beschränkt, sondern auch im anatomischen Aufbaue kenntlich macht. So sagt Möbius in seiner ersten Arbeit am Schluß (S. 423): „So ergibt sich denn, daß die Ähnlichkeit der parallelnervigen Eryngien mit Monokotylen nur in den Blättern und im Rhizom liegt, daß diese aber nicht bloß äußerlich vorhanden ist, sondern sich auch auf den anatomischen Bau erstreckt.“ „Das Fremdartige, was die parallelnervigen Eryngien anderen Dikotylen und speciell Umbelliferen gegenüber schon durch ihren Habitus darboten, wird also durch ihre anatomischen Eigentümlichkeiten nur noch vermehrt.“ Und S. 421 fügt Möbius noch hinzu: „Es hat sich denn auch gezeigt, daß der anatomische Blattbau solcher Arten durchaus von monokotylen Typus ist.“

Aus der zweiten Arbeit entnehmen wir noch folgendes (S. 618): „Was speciell die Eryngien betrifft, so kann ihr Blatt nicht bloß als Stiel bezeichnet werden, weil es in zwei Abschnitte, deren unterer eine deutliche Scheide repräsentiert, differenziert ist. Ein solcher, von dem oberen Teile des Blattes verschiedener Scheidenteil ist bei allen in Frage stehenden Arten vorhanden.“

Wir können also mit Möbius (II., 619) diese merkwürdigen Blattgebilde folgenderweise erklären: „Da die Umbelliferen meist gefiederte, oder wie viele Eryngien, fiederspaltige Blätter besitzen, lassen sich die Blattorgane der schmalblättrigen Eryngien aus denselben jedenfalls am einfachsten ableiten, wenn man sie als den Blattspindeln bzw. Mittelrippen analoge Gebilde anfaßt.“

Übrigens genügt schon eine flüchtige Durchsicht der Prachtabbildungen in Fl. Brasil.,⁸³⁾ um sich zu überzeugen, daß auch bei diesen schmalblättrigen Eryngien die Scheiden manchmal von der Spreite deutlich abgegrenzt sind, so daß es evident ist, daß auch dort, wo die Differenzierung der Scheide äußerlich nicht vorhanden ist, das Blatt dennoch aus beiden elementaren Teilen des typischen Umbelliferen-Blattes, der Scheide und der Spreite, zusammengesetzt ist. So ist schon bei dem *E. ebracteatum* der Scheidenteil durch dornige Bezahnung gekennzeichnet; sehr deutlich und von dem eigentlichen Blatte sofort zu unterscheiden ist die Scheide bei *Er. pristis*, *canaliculatum*, *scirpinum*, wo die Blätter sehr schmal bis binsenförmig und mit langen, abstehenden Stacheln von unten bis oben bewehrt sind. Mitunter besitzt sogar die Scheide freie Seitenlappen, so

⁸³⁾ Urban, Umbelliferae (v. XI.), Tab. 79—90.

daß sie hiedurch von der Spreite scharf abgesetzt ist. Auffallend verbreitert und vollkommen umfassend sind auch die Scheiden bei dem glattblättrigen *E. Pohlianum*.

Wenn wir diese Arten z. B. mit dem *Er. ciliatum* Cham. vergleichen, wo eine Grundrosette kurzer breit-lanzettlicher oder verkehrt-eiförmig-lanzettlicher an den Rändern dornig-begrannter an der Basis stielförmig verschmälerner und sodann in eine umfassende Scheide verbreiteter Blätter vorhanden ist, so sehen wir, daß die Blätter dieser Art mit jenen morphologisch homolog sein müssen und doch würde wohl niemand die Blätter des *E. ciliatum*, welche an *Alepidea*- und *Actinolema*-Arten erinnern, als phyllodine Blattstiele erklären wollen.

Außerdem ist auch die Betrachtung der europäisch-orientalischen *Eryngium*-Arten interessant und für die Entstehung der merkwürdigen Blattformen, wie wir sie bei den in Südamerika endemischen Arten finden, beachtenswert. Der hier im allgemeinen vorherrschende Blattformus wurde bereits erwähnt (S. 147). Wir sehen hier, daß die Blätter oft aus deutlich differenzierten Scheiden, Stielen und Spreiten bestehen. Die Blattstiele der unteren Blätter sind in der Regel lang, sie verkürzen sich aber rasch und verschwinden dann vollkommen, bis nur die Spreite mit dem Überreste der Scheide dem Stengel direkt ansitzt. Wir beobachten also, daß hier (im Gegensatze zu vielen anderen Umbelliferen) bei der Reduktion der formentwickelten Blätter die einzelnen Teile sehr ungleichmäßig betroffen werden, daß *der Stiel gänzlich verschwindet, die Scheide stark reduziert wird und die Spreite sich verhältnismäßig am stärksten entwickelt*. Diese Tendenz spricht schon an und für sich dagegen, daß bei anderen Arten dieser Gattung die Spreiten vollkommen abortieren würden und die Blattstiele eine so enorme Vergrößerung erfahren möchten.

Als ein typisches Beispiel sei das bekannte und schöne *Er. alpinum* L. genannt, dessen untere, etwa an *Ligularia* erinnernden Blätter langgestielt, tief herzförmig, dreieckig-rundlich sind und vollkommen umfassende Scheiden besitzen. An den Stengelblättern verkürzen sich die Blattstiele sehr rasch, bis nur die Spreiten übrig bleiben; dieselben sind aber beinahe bis zur Basis geteilt und sind auch *scheidenlos*. Ähnlich verhält es sich auch bei dem *Er. planum* L.

Das *E. palmatum* Vis. Panč.⁸⁴⁾ besitzt langgestielte grundständige Blätter, deren Scheiden vollkommen umfassen und deren Spreiten handförmig geteilt sind, wobei aber die randständigen Segmente durch fußförmige Teilung entstanden sind. Die unteren Stengelblätter sind den Grundblättern ähnlich, der Blattstiel verschwindet erst bei den oberen und die Spreiten sitzen vermittels der übrig gebliebenen, nicht vollkommen umfassenden Scheiden direkt an.

⁸⁴⁾ Abgebildet bei Pančič, Plantae Serbicae, Decas III., Tab. XX. (1869).

Sehr wichtig für die Beurteilung der südamerikanischen Arten ist das spanische *E. aquifolium* Cav., bei dem die Scheide allmählich in die Spreite übergeht.

Bei der Gattung *Eryngium* kommen oft die ganze Stengelperipherie umfassende Scheiden bei den unteren und mittleren Stengelblättern vor. Es gibt aber auch Arten, bei welchen die Scheiden nie vollkommen umfassen und bei den hochwüchsigen Arten trifft es häufig zu. Vollkommen umfassende Scheiden und gegliederte Stengel besitzen z. B. von den Süd-

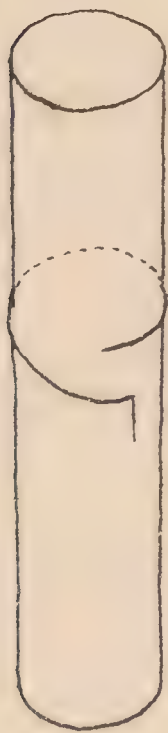


Fig. 13. Der Verlauf der Scheidenränder bei *Eryngium campestre* L. in schematischer Darstellung.



Fig. 14. Ein oberes Stengelblatt von *Eryngium creticum* Lam. mit einseitig in einer kurzen Spirale herablaufenden Insertionsstelle (nach Reichenbach).

amerikanern das *Er. Pohlianum* Urb. und *eriophorum* Cham. Bei den europäisch-orientalischen Arten sind vollkommen umfassende Scheiden nicht selten, so z. B. sehr schön bei *E. serbicum* Panč., bei dem die Scheiden durch lange, fiederteilige Anhängsel charakterisiert sind. Bei dem *E. spina alba* umfassen dagegen meist schon die untersten Blattscheiden nicht vollkommen, der Stengel ist daher nicht gegliedert. Manchmal, so z. B. bei dem bekannten *E. campestre* L. schließen die Scheidenränder nicht zusammen, indem die Basis der Scheide nicht im Kreise, wie wir es gewöhnlich sehen, sondern in einer Spirale längs der Stengelperipherie verläuft, so daß dieselbe, nachdem sie die Peripherie einmal umschrieben hat, von dem Ausgangspunkte oft mehr als 1 cm entfernt ist, sie endet hier aber nicht, sondern geht oft noch ein Viertel des Stengelumfangs, mitunter sogar mehr, weiter und läuft dann mitunter noch deutlich senkrecht herab, wie es auf der Fig. 13 schematisiert dargestellt wurde. Diese sich übergreifenden Scheidenränder verlaufen auf einem und demselben Stengel

stets in derselben Richtung, wie schon Wydl er⁸⁵⁾ bemerkt. Ähnliches geschieht auch manchmal bei den oberen, sitzenden Stengelblättern, deren Spreite an einer Seite der Insertionsstelle in einer kurzen Spirale herabläuft, auf der anderen Seite aber nicht. Als Beispiel führen wir die oberen Stengelblätter des *E. creticum* Lam. an. (Fig. 14.)

Die afrikanische, nur wenige Arten zählende Gattung *Alepidea* Laroche, welche das daselbst fehlende *Eryngium* ersetzt, hat ungeteilte, schmale, wimperig gesägte Blätter.

Was die Scheidenbildung bei den *Saniculoideae* anbelangt, so können wir im allgemeinen sagen, daß hier durchaus ausgesprochene Scheiden entwickelt sind, die aber nicht immer die ganze Stengelperipherie umfassen.

Deutliche Scheiden besitzt auch *Astrantia* L., *Sanicula* L. sowie *Hacquetia* Neck. Bei dieser sind dieselben dadurch interessant, daß sie häutig und meist mit großen rundlichen freien Seitenlappen versehen sind, so daß es den Anschein gewährt, als ob es sich um den hier im Querschnitte ziemlich scharf dreieckigem Blattstiel angewachsenen Nebenblätter (etwa wie bei *Huanaca* oder *Schizeilema*) handeln würde. An einigen Blättern der von mir im frischen Zustande untersuchten Pflanzen beobachtete ich, wie die Seitenlappen intrapetiolar zusammenwachsen und somit eine kleine Ligula bilden.

Astrantia marilandica ist wegen ihrer fußförmig geteilten Blätter bemerkenswert.

Die Erstlingsblätter der *Sanicula* (Taf. I. Fig. 18) sind schon im Typus der späteren Laubblätter ausgebildet. Die Primärblätter der monokotylenähnlichen Eryngien (soweit bekannt) stimmen auch mit den definitiven überein. Es läßt sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit erwarten, daß die Keimpflanzen wenigstens einiger Arten atavistische Erscheinungen zeigen werden, die die erwähnte morphologische und auch anatomisch bestätigte Deutung der formentwickelten Laubblätter erweisen werden.

Die Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Eine Keimpflanze von *Smyrniun perfoliatum* L. mit bereits angelegtem Knöllchen.

Fig. 2. Ein zweijähriges Pflänzchen derselben Art.

Fig. 3. Eine erwachsene Knolle derselben Art.

Fig. 4. Eine Keimpflanze von *Biasoletia tuberosa* Koch. Da das Hypokotyl noch nicht verdickt ist, ist äußerlich die Grenze zwischen dem Keimblattstiele und der Wurzel nicht wahrzunehmen.

⁸⁵⁾ Wydl er, l. c. S. 427.

Fig. 5. Eine Keimpflanze derselben Art mit bereits knollenförmig verdicktem Hypokotyl.

Fig. 6. Ein zweijähriges Pflänzchen derselben Art mit dem an der Blattstielbasis scheidentragenden Primärblatt.

Fig. 7. Eine Keimpflanze von *Ferula Sadleriana* Ledeb. mit in eine Scheide zusammengewachsenen Keimblattstielen; die sich entwickelnde Plumula durchbricht die röhrenförmige Keimblattscheide seitwärts an der Basis der zusammengewachsenen Keimblattstiele.

Fig. 8—9. Eine Keimpflanze von *Ferula tingitana* L. mit röhrenförmig zusammengewachsenen Keimblattstielen; die Plumula entwickelt sich aber zwischen denselben.

Fig. 10. Eine pseudomonokotyle Keimpflanze von *Ferula tingitana* L.

Fig. 11—12. Zweijährige Pflanzen von *Thapsia garganica* L.

Fig. 13. Eine zweijährige Keimpflanze von *Hedera Helix* L.

Fig. 14. Keimendes *Bupleurum longifolium* L. mit kurz gestieltem Erstlingsblatt.

Fig. 15. Die Vernation der Blätter bei *Bupleurum longifolium* L.

Fig. 16. Eine Keimpflanze von *Anthriscus Vandasii* Velen.

Fig. 17. Eine Keimpflanze derselben Art, bei welcher abnorm die Keimblattstiele der Länge nach auf einer Seite zusammengewachsen sind.

Fig. 18. Eine Keimpflanze von *Sanicula europaea* L. mit gelapptem Primärblatt.

Fig. 19. Habitusbild der *Orogenia linearifolia* Wats. mit einer aus Hypokotyl entstandenen Knolle. Nach im östl. Oregon gesammelten Pflanzen.

Tafel II.

Fig. 1. Habitusbild der *Diposis saniculifolia* DC. nach Pflanzen aus Uruguay.

Fig. 2. Die aus Hypokotyl entstandene Knolle derselben Art.

Fig. 3. Ein Blatt von *Pozoa coriacea* Lagasca aus Chile mit vollkommen umfassenden Scheiden.

Fig. 4. Ein Blatt einer und derselben Pflanze mit unvollkommen umfassenden Scheiden.

Fig. 5. Ein Blatt von *Mulinum spinosum* Pers. nach Pflanzen aus Patagonien.

Fig. 6. Ein Blatt von *Mulinum microphyllum* Pers. nach Pflanzen aus Patagonien.

Fig. 7—8. Blätter der australischen *Xanthosia ciliata* Hook.

Fig. 9. Der obere Scheidenteil derselben Art mit der Gliederungsstelle, in welcher die Spreite abgefallen ist.

Fig. 10. Ein Blatt der australischen *Pentapeltis peltigera* Bunge.

Fig. 11. Ein Blatt der australischen *Pentapeltis silvatica* (Diels) Dom.

Fig. 12. Die Blattscheide von *Hacquetia epipactis* mit freien Seitenlappen.

Tafel III.

Fig. 1. Ein Blatt von *Bolax glebaria* Comm.

Fig. 2. Ein Blatt von *Azorella crenata* Pers.

Fig. 3. Ein Blatt von *Azorella trifoliolata* Clos.

Fig. 4. Ein Blatt von *Azorella biloba* Wedd.

Fig. 5. Ein Blatt derselben Art mit ungeteilter Spreite.

Fig. 6. Ein Blatt von *Azorella filamentosa* Lam.

Fig. 7. Ein Blatt von *Azorella peduncularis* Wedd.

Fig. 8. Ein Blatt von *Azorella Ameghinoi* Spegazz.









Aut. del.





- Fig. 9. Ein Blatt von *Azorella Selago* Hook.
 Fig. 10. Ein Blatt von *Azorella caespitosa* Cav.
 Fig. 11. Ein Blatt von *Azorella pulvinata* Wedd.
 Fig. 12. Ein Blatt von *Azorella monanthos* Clos.
 Fig. 13. Ein Blatt von *Laretia compacta* Reiche.

(Fig. 2, 3, 4, 5 schwach, alle übrigen stark vergr.)

INHALTSANGABE.

	Seite
Einleitung	108
1. Die Keimung der Umbelliferen	109
2. Die Knollenbildung bei den Umbelliferen	115
3. Vergleichende Untersuchungen über die Morphologie der Umbelliferen	123
<i>A. Die Blätter der Hydrocotyloideae</i>	123
1. Die durch Stipularbildungen charakterisierten Gattungen	123
a) Freie Nebenblätter	123
b) Angewachsene Nebenblätter	127
c) Die Stipularbildungen bei den Bowlesiinae	129
d) Die Blattspreiten der Gattungen der Hydrocotyloideae	132
2. Die durch die Ausbildung der Scheiden charakteri- sierten Gattungen	134
a) Mit durchaus einfachen Spreiten	134
b) Mit durchaus oder meist geteilten Spreiten	139
c) Mit zum Teil einfachen, zum Teil geteilten Spreiten	140
3. Die durch den Mangel der Scheiden charakteri- sierten Gattungen	143
<i>B. Die Blätter der Saniculoideae</i>	146

Whewellit von Schlan.

Von

Dr. **F. Slavík** in Prag.

(Résumé des böhmischen Textes.)

Mit 4 Textabbildungen.

Vorgelegt am 16. Oktober 1908.

Herr Bergrat J. Čížek in Prag schenkte vor einiger Zeit dem Museum des Königreichs Böhmen einige schöne Kristalle, die Herr Hofrat Prof. K. V r b a durch qualitative Prüfung und Feststellung der Dichte als *Whewellit* bestimmte und mir freundlichst zur Untersuchung übergab.

Gerade im heurigen Jahrgange dieses Bulletins erschien eine gründliche Studie über böhmische und auswärtige Whewellite von B. Ježek,¹⁾ in welcher goniometrische und optische Untersuchungen über die Whewellite von Burgk, Zwickau und Kopitz publiziert wurden; von dieser letzteren Lokalität beschrieb kurz zuvor F. Becke Whewellitkristalle in beiden Richtungen und gab zuerst eine exakte kristallographische Darstellung dieses seltenen Naturproduktes.²⁾ Die beiden Autoren und G. Riedl, dessen Resultate bei Becke veröffentlicht worden sind, haben die Kristallreihe des Whewellit mehr als verdoppelt (von 13 auf 30 Formen) und bei der möglichsten Übereinstimmung der Beobachtungen seine Konstanten ermittelt.³⁾

Der neue Fund des Whewellits, der erste in der böhmischen Steinkohlenformation, ist durch den neuen Kristalltypus und die Größe und

¹⁾ Příspěvek k morfologii whewellitu, Abh. d. böhm. Akademie 1908, Nr. 24, Résumé im Bulletin.

²⁾ Whewellit von Brůx, Tscherm. Min.-petr. Mitt., XXVI. 391—402, 1907.

³⁾ Erst bei der Korrektur der vorliegenden Arbeit erhielt ich das Heft des Centralbl. für Min., Geol. u. Pal. vom 1. November 1908, wo S. 659—661 F. Kolbeck und V. Goldschmidt in einer vorläufigen Mitteilung über sächsische Whewellite weitere 10 neue Formen beschreiben und ein neues Zwillingsgesetz nach *a* (100) feststellen. (Mit den in dieser Arbeit angewendeten Buchstaben δ und γ sind dort die Formen (238) und (122) signiert.)

schöne Entwicklung der Kristalle interessant. Der Whewellit wurde im J. 1906 in der Grube *Theodor* zwischen *Pchery* und *Hnidousy* südöstlich von Schlan in einer Kluft des Steinkohlenflötzes gefunden. Seine Unterlage ist eine licht graulichgrünliche Dislokationsbrekzie, der als älteste Bildung kleine Ankeritrhomboëder, als zweite weingelbe nach der Makrodiagonale kurzsäulige Barytkristalle mit vorwaltendem d (102) und m (110) aufsitzen; die jüngste Bildung ist der Whewellit, von dessen Kristallen zwei große und ein kleinerer fast rundum ausgebildet sind, weitere zwei dem Baryt aufsitzen.⁴⁾

Der erste, zur Untersuchung am besten geeignete Kristall ist ein rundum ausgebildeter Zwilling, dessen Dimensionen $32 \times 22 \times 11 \text{ mm}$ und Gewicht 7.1 g ist; seine vom H. Hofrat Vrba ermittelte Dichte beträgt 2.223 . Die vorwaltende Form ist die neue Pyramide δ ($12\bar{1}$), die in der Zone zwischen (010) und der Zwillingsebene liegt und so dem Kristall das bei dem Whewellit ungewöhnliche Aussehen einer rhombischen Säule gibt; nur eine von den stumpfen Kanten der Säule ist durch eine Klinopinakoidfläche abgestumpft. (Fig. 1.) Die terminale Begrenzung wird einerseits durch die Basisflächen der beiden Individuen und die kleineren Klinodomen und einspringende Pyramidenflächen, andererseits durch gewölbte Prismenflächen bewirkt.

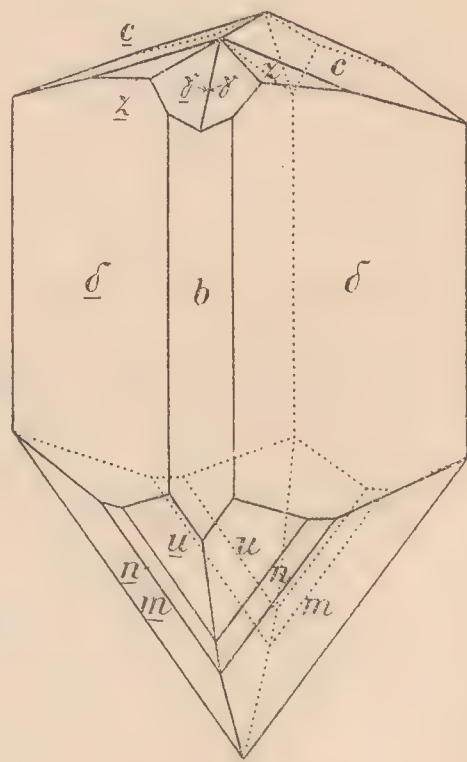


Fig. 1.

Im ganzen stellt sich dieser Kristall als eine Kombination von acht Partialformen dar:

$$c (001) oP . b (010) \infty P \infty . m (110) \infty P . n (230) \infty P^{3/2} . u (120) \\ \infty P^2 . z (014) 1/4 P \infty . * \delta (\bar{1}21) 2 P^2 . * \gamma (121) - 2 P^2 .$$

Die Pyramiden δ ($\bar{1}21$) und γ (121) sind für den Whewellit neu.

Die an einem Fuess'schen Goniometer Nro II. ausgeführten Messungen ergaben Resultate, welche außer der Vertikalzone eine befriedigende Übereinstimmung der gemessenen und der aus Becke's Parameterverhältnis:

$$a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677, \\ \beta = 107^\circ 0'$$

berechneten Werte zeigen:

⁴⁾ Über die mitvorkommenden Baryte und andere Mineralienvorkommen der mittelböhmischen Steinkohlenformation wird in kurzer Zeit näher berichtet werden.

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
* δ ($\bar{1}21$) : b (010)	31° 30 $\frac{1}{2}$ '	31° 34 $\frac{3}{4}$ '	2
: u ($\bar{1}20$)	18 37 $\frac{1}{2}$	18 46 $\frac{3}{4}$	1
: δ' ($\bar{1}\bar{2}1$)	116 42	116 50 $\frac{1}{3}$	3
* γ (121) : b (010)	38 55	38 51	3 ⁵⁾
: δ ($\bar{1}21$)	58 42	58 53	1
: δ' (1 $\bar{2}1$)	144 5	144 6 $\frac{3}{4}$	1
: γ (121)	32 39	32 31 $\frac{2}{3}$	2
: z (014)	48 48	48 59 $\frac{2}{3}$	1
z (014) : z' (014)	36 18	36 12 $\frac{3}{4}$	2
: z (014)	36 27	36 58 $\frac{3}{4}$	1
u (120) : b (010)	31 24	31 13	2
: n (230)	7 24	7 43	1
: m (110)	18 33	19 15 $\frac{1}{2}$	2

Neue Flächen.

Die positive Pyramide δ ($\bar{1}21$) ist, wie schon erwähnt, die vorherrschende Form, welche in großen, ziemlich gut reflektierenden Flächen entwickelt ist. Ihre Oberfläche ist nicht eben, sondern von vielen gerundet dreiseitigen Erhöhungen bedeckt, welche auf der ganzen Fläche übereinstimmend orientiert sind, ihre mäßig erhöhte Symmetrale bildet — z. B. auf der rechten vorderen δ -Fläche der Fig. 1. — mit der Kante [$\bar{1}21 : \bar{1}\bar{2}1$] einen Winkel von etwa 22° nach links unten; sie geben am Goniometer zwar auch verschwommene Signale, die sich jedoch von dem stärkeren Hauptreflex leicht unterscheiden lassen und somit die Genauigkeit der Messung nicht beeinträchtigen. Außer den Winkeldaten ist die neue Pyramide auch durch ihre Lage in den Zonen [010 : $\bar{1}01$] und [$\bar{1}20 : 001$] bestimmt.

Die zugehörige negative Pyramide γ (121) weist kleinere, glatte und vollkommen reflektierende Flächen auf, welche im einspringenden Winkel des Zwillings aneinander stoßen und über die Basis mit der vorherrschenden Pyramide δ je zwei Zonen bilden.

Andere Flächen.

Die Basis c (001) ist auf den beiden Hälften des Zwillings durch die obere Fläche vertreten. Der goniometrischen Untersuchung ist sie sehr ungünstig, da sie mit ziemlich großen, nach der Klinodiagonale langgestreckten Erhöhungen bedeckt und außerdem besonders beiderseits

⁵⁾ Zwei direkte Messungen, die dritte aus dem Winkel [121 : 1 $\bar{2}1$].

gegen das Klinodoma z zu stark gewölbt ist. An der Zwillingsgrenze schneiden sich die Basisflächen der beiden Individuen in einer kurzen Kante.

Das Klinopinakoid b (010) ist nur auf einer Seite des Kristalls in einer glatten, in ihren einzelnen Partien ziemlich gut reflektierenden, jedoch längs der Zwillingsgrenze im Betrage von etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ gebrochenen Fläche entwickelt.

Das Prisma u (120) ist durch die Zone $[u \delta c \gamma]$ charakterisiert und unter den Formen der Vertikalzone verhältnismäßig am besten entwickelt; seine Flächen sind ungleich groß, ziemlich eben, nur gegen das nebenliegende Prisma n oder m zu etwas gerundet.

Das Prisma n (230) stumpft mit einer schmalen Fläche die Kante $u : m$ ab, tritt jedoch nicht vollzählig auf. Sein Reflex ist zwar schwach, aber nicht sehr zerstreut. Die im folgenden beschriebenen anderen Kristalle des neuen Fundes weisen dieses Prisma in größeren Dimensionen auf.

Das Grundprisma m (110) hat sehr gerundete Flächen, welche das Goniometersignal zu einer ganzen Reihe von Lichtbildern zersplittern; der in der Winkeltabelle angeführte Wert stellt den Durchschnitt von zwei Messungen an wenig aus der Zone gerückten, anderen gegenüber deutlicheren Signalen dar. Die Krümmung der m -Flächen ist gegen die Lage der steilen positiven Orthopyramiden gerichtet, von welchen an Whewelliten anderer Fundorte die in der Zone $[\bar{1}10 : 01]$ liegenden Formen C ($\bar{6}51$), g (431), σ ($\bar{3}21$) und π ($\bar{2}11$) unterschieden worden sind.

Das Klinodoma z (014) tritt in kleineren dreiseitigen Flächen auf, welche an den Kanten zu den Pyramiden δ und γ ziemlich eben sind und gute Reflexe liefern, gegen die Basis zu sich abrunden und so eine ununterbrochene, vom Hauptreflexe gegen (001) etwa 3° einnehmende Reihe von Lichtbildern bedingen. Die Form (014) wurde bisher am Whewellit von Burgk (Weisbach) und Kopitz (Becke, Ježek) konstatiert.

Außer diesen beschriebenen und abgebildeten Flächen beobachtete ich noch an der hinteren durch die beiderseitigen Flächen δ und γ gebildeten Ecke eine kleine, parallel zur Vertikalachse stark geriefte Fläche eines Prismas, dessen Symbole nicht als sicher bestimmt angegeben werden können, teils der unvollkommenen Beschaffenheit der Fläche, teils der bedeutenden Annäherung auch der theoretischen Winkelwerte in diesem Kristallteile wegen. Es ist ein zu (150) vizinales Klinoprisma, das folgende Winkeldaten gab:

	Gemessen:	Für (150) berechnet:
$(hk0) : \gamma$ (121)	$26^\circ 28'$	$26^\circ 54\frac{1}{2}'$
: δ ($\bar{1}21$)	44 13	45 $58\frac{1}{2}$
: δ ($\bar{1}21$)	21 16	20 $13\frac{1}{2}$.

Die optischen Eigenschaften konnten der Beschaffenheit des Kristalles gemäß nicht mit solcher Genauigkeit bestimmt werden, wie es durch Ježek und Riedl an günstigerem Materiale geschehen ist; die Auslöschungsschiefe auf (010) zur Trace der Zwillingsfläche, 6° im Na-Licht, befindet sich in voller Übereinstimmung mit den Angaben beider Autoren.

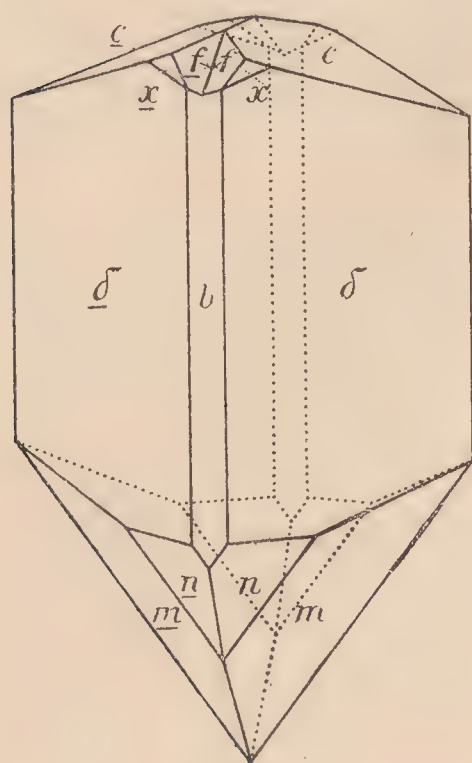


Fig. 2.

Der zweite, etwas größere Kristall ($32 \times 25 \times 13 \text{ mm}$, 9.91 g , Dichte = 2.222) unterscheidet sich vom ersten durch die geringe Entwicklung des Klinopinakoids, das nur in schmalen Flächen die Zwillingskante von δ abstumpft, dann durch das Auftreten vom Klinodoma x (011) und einer zu f (112) vizinalen Pyramide statt der Flächen von z und γ des I. Kristalls und am unteren Ende durch den Mangel von bestimmt nachweisbaren Flächen des Prismas u und infolgedessen breitere Entwicklung von n . (Fig. 2.)

Dieser Kristall ist zur Messung weit weniger geeignet, wie die unten angeführten Daten zeigen, die Vertikalzone ist hier aber ein wenig besser entwickelt.

Über die Flächenbeschaffenheit der einzelnen Formen läßt sich daselbe sagen wie beim ersten Kristall; das an jenem nicht vertretene Klinodoma x ist durch sehr kleine, aber ebene und gut reflektierende Flächen vertreten.

Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
δ ($\bar{1}21$) : b (010)	$31^\circ 31'$	$31^\circ 34\frac{3}{4}'$	2
: c (001)	$\begin{Bmatrix} 77 & 51 \\ 81 & 35 \end{Bmatrix}$	$79 \quad 56\frac{1}{2}$	2
: x (011)	$38 \quad 30\frac{1}{2}$	$38 \quad 28\frac{1}{2}$	1
: n (230)	$22 \quad 1$	$21 \quad 59\frac{1}{4}$	1
c (001) : b (010)	$\begin{Bmatrix} 88 & 6 \\ 92 & 10 \end{Bmatrix}$	$90 \quad 0$	2
: c (001)	$40 \quad 2$	$38 \quad 59$	1
: x (011)	$50 \quad 34$	$52 \quad 36$	1
b (010) : x (011)	$37 \quad 27\frac{1}{2}$	$37 \quad 24$	1
: n (230)	$39 \quad 6$	$38 \quad 56$	2
: m (110)	$49 \quad 49$	$50 \quad 27\frac{1}{2}$	2

Wie ersichtlich, ist die Lage der Basisflächen eine anomale und demgemäß die Messungsdaten stark voneinander und von den berechneten Winkeln abweichend; daß ich sie trotzdem anführe, geschieht hauptsächlich um zu begründen, warum bei der im einspringenden Winkel lie-

genden, in der Figur 2 als f bezeichneten Pyramide hier keine Indexzahlen angeführt werden.

Jene Pyramide tritt in kleinen, sehr unvollkommen ausgebildeten Flächen auf, welche annähernd parallel zu ihrer Vorderkante (zur gedachten Kante mit b) stark gerieft sind. Durch wiederholte Messungen an beiden Seiten fand ich:

$$\begin{array}{rcl} (f) : 001 & = & 40^{\circ} 40' - 42^{\circ} 21' \\ & : & 011 = 35 \ 41 - 37 \ 54 \\ & : (f) & 24 \ 46 - 26 \ 0 \end{array}$$

Es ist also eine Pyramide, welche offenbar die gewöhnliche, an einem anderen Kristalle (s. weiter unten) normal ausgebildete Form f (112) ver-

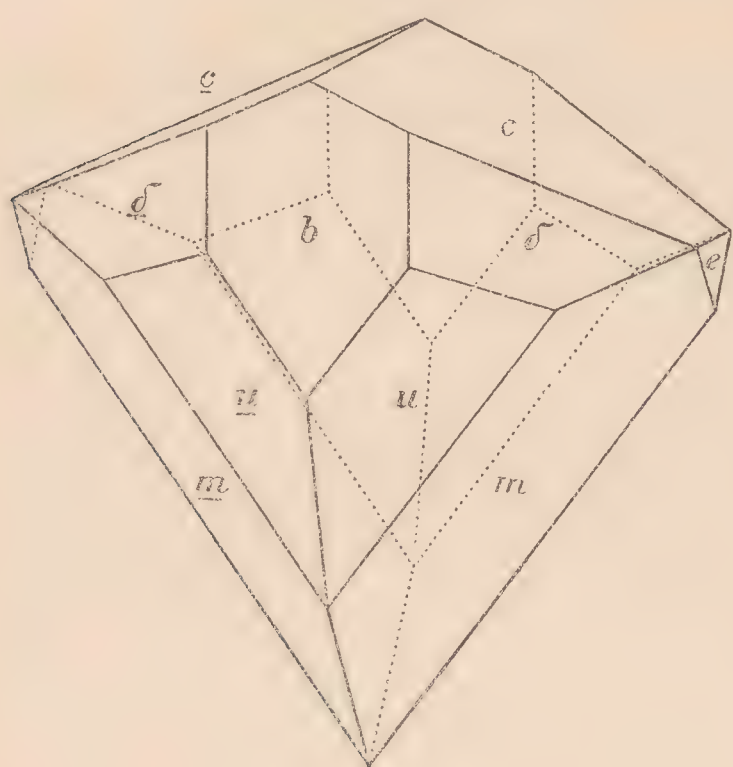


Fig. 3.

tritt; bei dieser würden die angeführten Winkel $39^{\circ} 6'$, $37^{\circ} 0'$ und $22^{\circ} 3'$ betragen — folglich ist die vikariierende Vizinalfläche ziemlich bedeutend steiler, was auch aus dem Umrisse der Flächen x (011) hervorgeht: die Kanten von x mit (121) und der Vizinalpyramide konvergieren nach unten, während sie bei normal ausgebildetem f (112) parallel sein müßten (Zone $[101 : 110]$).

Der dritte, größte Kristall ($35 \times 37 \times 20$ mm, 23.6 g) war auf der einen (hinteren a. d. Fig.) Seite mit der Unterlage verwachsen, von welcher an ihm zahlreiche Barytkriställchen haften.

Seine Entwicklung (Fig. 3.) weicht insoferne von den vorigen ab, als die Prismen m und u bedeutend vorherrschen, auch das Klinopinakoid ist ziemlich breit; die Pyramide δ , durch Flächen von gleichem Relief wie in den vorhergehenden Fällen vertreten, ist hier verhältnismäßig viel kleiner; seitlich ist eine kleine, ebene Fläche von e (101) zu beobachten. Die terminale Ausbildung ist auch hier eine anomale; statt der Basis ist eine breite Fläche ($\bar{h}\bar{k}l$) entwickelt, welche einer sehr niedrigen vizinalen positiven Klinopyramide angehört. Die deutlich schiefen Winkel zum Klinopinakoid sowie die nicht parallelen Kanten der Flächen δ (121) zu dieser Pyramide einerseits, dem Prisma u (120) andererseits lassen die Abweichung von einer normalen Entwicklung der Basisflächen deutlich hervortreten. Die Messung konnte bloß approximativ mit einem Kontaktgoniometer durchgeführt werden:

	Gemessen:	Berechnet:
b (010) : δ (121)	32°	$31^{\circ} 34\frac{3}{4}'$
: u ($\bar{1}20$)	32	31 13

die vizinale Pyramide ($\bar{h}\bar{k}l$).

$(\overline{h}kl) : \delta (121)$	81	} 79 56 $\frac{1}{2}$ ' für c ,
$: \delta'(\overline{1}\overline{2}1)$	76	
$: e (\overline{1}01)$	69	
		70 30 $\frac{1}{2}$ „ c

Für die vizinale Pyramide ergibt sich daraus, je nachdem man diese oder jene zwei von den drei angeführten Winkeldaten zum Ausgangspunkte der Rechnung wählt, die Neigung von 2—4° zur Basisfläche. Das Prisma m konnte nicht gemessen werden, aber die Oberflächenbeschaffenheit seiner krummen Flächen und die Richtung seiner Kanten gegen δ lassen im Vergleich zu den anderen Kristallen seine Bestimmung als ziemlich verlässlich erscheinen.

Auf diesem Kristalle saßen winzige einfache Kriställchen, die ich weiter unten bespreche.

Ein weiterer Kristall, bedeutend kleiner (Dichte = 2.229) ist von ähnlicher Entwicklung wie die ersten zwei. An ihm kommen oben im einspringenden Winkel außer den Pyramiden γ (121) und f (112) auch kleine Flächen, welche dem Prisma u und zwei sehr schlecht reflektierenden Pyramiden angehören; die erste von diesen ist eine steile negative Klinopyramide mit einer Neigung zur Basis von etwa 73° und liegt zwischen f und γ , es ist also $\frac{k}{h} > 1, < 2$; annähernd fällt sie in die Zone $[121 : 110 : 10\overline{1}]$; die zweite ist eine ebenfalls steile positive Pyramide, annähernd in der Zone $[112 : 120]$, mit $\frac{k}{h}$ ein wenig über 2.

An diesem Kristalle wurden auch *Spaltflächen* gemessen: die beste Spaltbarkeit geht hier wie an den kleinen Kristallen nach der *Zwillings-ebene* ($\overline{1}01$), eine ziemlich gute auch nach (001); die Spaltflächen nach (010) und (110) sind unvollkommen.

Durch die Messung erhielt ich folgende Daten, von denen die Spaltflächen mit einem † bezeichnet sind:

	Gemessen:	Berechnet:
$\delta (\overline{1}21) : \delta'(\overline{1}\overline{2}1)$	116° 42 $\frac{1}{2}$ '	116° 50 $\frac{1}{3}$ '
$: c (001) \dagger$	80 2	79 56 $\frac{1}{2}$
$: m(110) \dagger$	29 44	29 53 $\frac{3}{4}$
$\gamma (121) : u (120)$	17 39	17 6 $\frac{1}{2}$
$: s (101) \dagger$	73 31	73 44 $\frac{1}{2}$
$m (110) \dagger : c (001) \dagger$	103 59	103 2
$: m'(\overline{1}\overline{1}0) \dagger$	78 30	79 3
$f (112) : c (001)$	38 56	39 6
$: u (120)$	45 20	45 3 $\frac{3}{4}$
$: \gamma (121)$	27 53	29 19

Von den *kleinen Kristallen* wurden zwei gemessen: der größere war ein Bruchstück mit zwei Flächen von δ , einer breiten c - und einer kleineren e -Fläche. Der zweite, sehr kleine Kristall ist ein keilförmiger Teil eines einfachen Individuums, welches durch sein eigentümliches asymmetrisches Aussehen interessant ist: dasselbe ist durch die breite Entwicklung eines Flächenpaares von n (230) bedingt, nach dem der Kristall tafelförmig ausgebildet ist (Fig. 4). Die Basis begrenzt zu der einen Seite den Keil mit einer ziemlich großen, langen schmalen Fläche, zu der anderen Seite sind es die Flächen der Vertikalzone $1\bar{1}0$, 110 , eine schmale dritte Fläche von 230 und das ebenfalls schmale Klinopinakoid 010 . Die Pyramide δ weist zwei Flächen auf: eine lange schmale, welche zwischen die Basis und die vorherrschende Prismenfläche eindringt, und eine kleinere, welche zusammen mit einer etwa gleich großen Fläche des Domas e ($10\bar{1}$) und mit einem winzigen Dreiecke des Klinodomas α ($01\bar{1}$) den Keil (in der gezeichneten Position) unten zuspitzt.

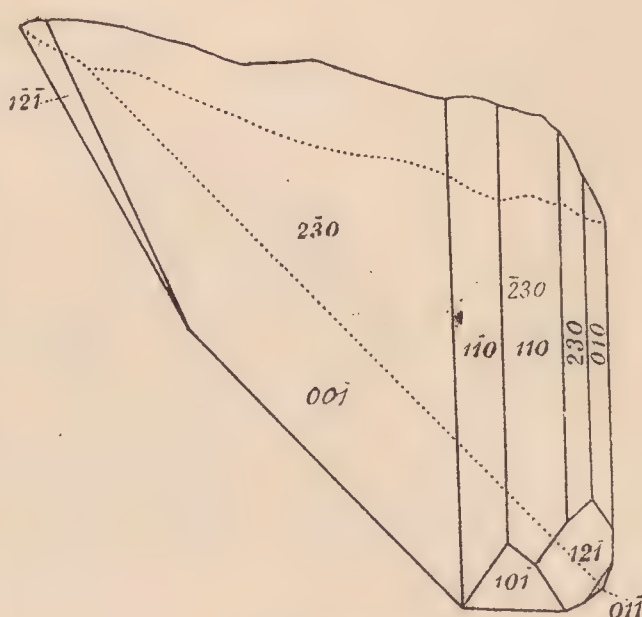


Fig. 4.

Die Flächen des vorherrschenden Prismas n sind vertikal gerieft, aber eine von ihnen gibt doch ein ganz gutes Signal; das Prisma m tritt in unvollkommen reflektierenden Flächen auf, während die Flächen von e , δ und α eben sind und ausgezeichnet reflektieren.

Im ganzen wurden — außer einzelnen Winkeln — die folgenden Zonen gemessen: $[2\bar{3}0-230-010]$, $[010-121-10\bar{1}-12\bar{1}]$, $[01\bar{1}-10\bar{1}-110]$, $[01\bar{1}-12\bar{1}-110]$ und $[00\bar{1}-01\bar{1}-010]$. Die Messungsergebnisse sind:

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
b (010) : c ($00\bar{1}$)	$89^{\circ} 53'$	$90^{\circ} 0'$	1
: e ($10\bar{1}$)	$90 \quad 8$	$90 \quad 0$	1
: n (230)	$39 \quad 9$	$38 \quad 56$	2
: δ (121)	$31 \quad 39$	$31 \quad 34\frac{3}{4}$	2
c ($00\bar{1}$) : α (011)	$52 \quad 30$	$52 \quad 36$	1
: e ($10\bar{1}$)	$70 \quad 22$	$70 \quad 30\frac{1}{2}$	1
: δ ($12\bar{1}$)	$79 \quad 50$	$79 \quad 56\frac{1}{2}$	2
: m (110)	$103 \quad 24\frac{1}{2}$	$103 \quad 2$	1
: n (230)	$100 \quad 50$	$100 \quad 35\frac{1}{2}$	2
e ($10\bar{1}$) : δ (121)	$58 \quad 20$	$58 \quad 25\frac{1}{4}$	3 ⁶⁾
: α (011)	$78 \quad 14$	$78 \quad 18\frac{1}{2}$	1
: n ($2\bar{3}0$)	$59 \quad 38$	$59 \quad 40\frac{1}{4}$	2
δ ($12\bar{1}$) : n ($2\bar{3}0$)	$22 \quad 21$	$21 \quad 59\frac{1}{4}$	3

⁶⁾ Mit einer Messung zur vorzüglich reflektierenden Spaltfläche nach e .

	Gemessen:	Berechnet:	Kantenzahl:
$: x (011)$	38 24	38 $28\frac{1}{2}$	1
$m (110) : b (010)$	$\begin{Bmatrix} 51 & 33 \\ 52 & 58 \end{Bmatrix}$	50 $28\frac{1}{2}$	2
$: e (101)$	$\begin{Bmatrix} 51 & 22 \\ 50 & 15 \end{Bmatrix}$	51 $40\frac{1}{2}$	2
$: x (01\bar{1})$	69 29	68 $22\frac{1}{4}$	1
$: d (12\bar{1})$	31 3	29 $54\frac{3}{4}$	1

Die Reflexe der Flächen von m liegen nur in der Vertikalzone an- nähernd zentral, in den übrigen oben angeführten Zonen bedeutend ex- zentratisch; dieser Umstand sowie die Richtung, nach welcher in den vier letzten Angaben der Winkeltabelle die gefundenen Werte von den berech- neten abweichen, zeigen darauf hin, daß hier eigentlich *die Form (110) durch ein vizinales Orthoprisma ersetzt* ist. Die Schwankungen der gemes- senen Winkel erlauben es natürlich nicht, die Symbole der vizinalen Form durch bestimmte Zahlen auszudrücken.

Die *quantitative Analyse* des Schlaner Whewellit wurde vom Koll. Dr. J a r o s l a v M i l b a u e r, Dozenten der Prager böhmischen tech- nischen Hochschule, freundlichst durchgeführt und die erhaltenen Zahlen stimmen sehr gut mit der Formel $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ überein:

	Gefunden:	Berechnet:
CaO	38.46 %	38.35 %
C_2O_3	49.65	49.32
H_2O	12.14	12.33
	<hr/> 100.25	<hr/> 100.00

* * *

Den Herren Hofrat Prof. V r b a und Bergrat Č í ž e k sei hier mein wärmster Dank für die Unterstützung dieser Arbeit ausgedrückt.

Mineralogisches Institut der böhmischen Universität
in Prag.

Photographie de la comète 1907 d (Daniel).

(I Rapport de l'Observatoire Astronomique
des frères Josef et Jan Frič „Žalov“ près d'Ondřejov — Bohême.)

Par

Josef Jan Frič et Fr. Nušl.

(Présenté le 22 Mai 1908.)

Nous avons déjà publié ailleurs¹⁾ une courte description de la photographie de la comète 1907 d exécutée à Ondřejov le 14 août 1907.

Cette photographie a été exposée plus que soixante minutes avec une petite lunette équatoriale photographique transportée de Prague dans ce but et montée en hâte. C'est le même instrument qui a servi aux frères Josef et Jan Frič à Prague (Král. Vinohrady) pendant les années 1895 et 1896.²⁾ L'objectif photographique n'ayant qu'un diamètre de 80 mm est du type Petzwal et provient de la maison Ross & Cie à Londres.

Avant le 14 août l'état atmosphérique n'était pas assez favorable pour permettre de longues expositions; la comète se trouvant le matin peu au-dessus de l'horizon. Il a néanmoins été possible d'obtenir la veille en quinze minutes d'exposition, seulement, une image qui quoique faible, offre des détails intéressants quand on l'observe attentivement.

Nous ajoutons à ces lignes deux reproductions agrandies (presque cinq fois) à l'échelle des cartes de Bonn faites d'après les clichés originaux No. 307 et 308. Les détails très fins se perdent pendant le procédé de reproduction, même le plus soigné, et cela dans les parties claires ainsi que dans les parties sombres, quoique l'oeil les remarque facilement sur les clichés originaux quand on les observe en bonne lumière. C'est pourquoi nous plaçons à côté des reproductions de nos clichés, celle de dessins montrant mieux les détails des clichés originaux.

¹⁾ Astronomische Nachrichten 1907 No. 4200 Band 175 Page 399.

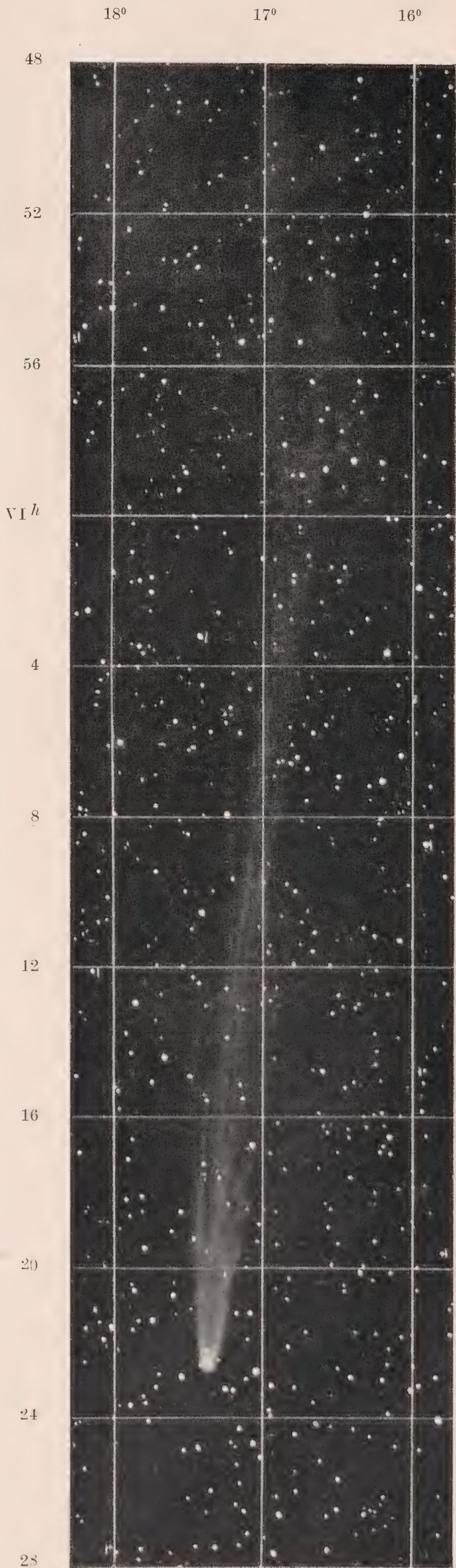
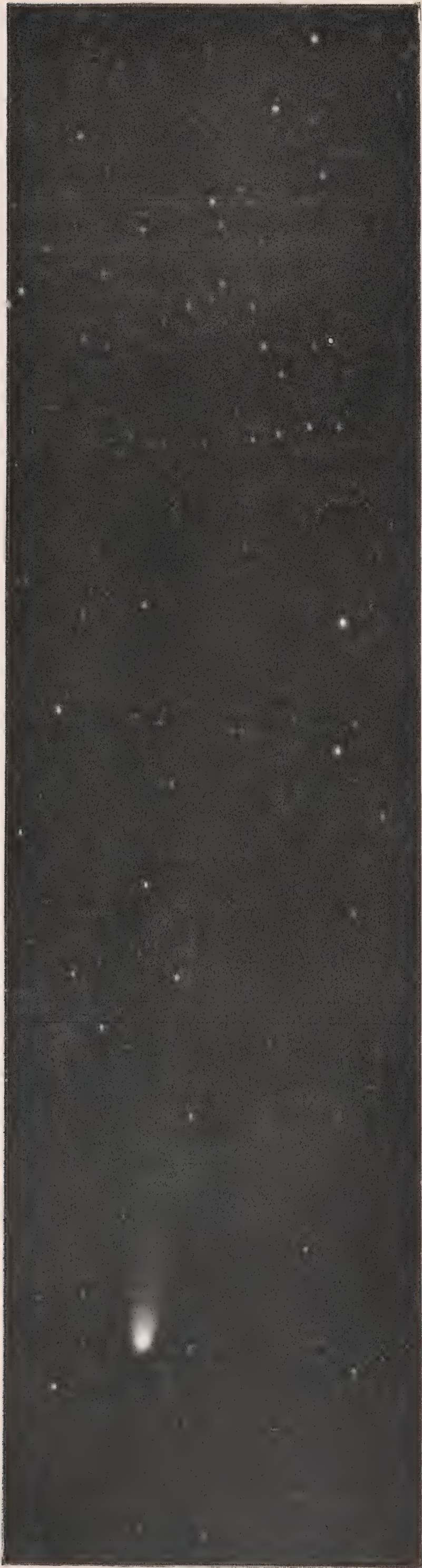
²⁾ *Photographie de la comète Perrine Nov. 16. 1895* (Bulletin international de l'Acad. des Sc. de Prague 1896). — *Kometa Perrine (1895 IV) po průchodu periheliem; Kometa Perrine-Lamp 1896* (Acad. des Sc. de Prague 1896).

Cliché No. 307. — Exposé le 13 août 1907 depuis 13^h 50^m jusqu'à 14^h 5^m t. de Greenw. — Cette photographie démontre l'avantage d'une courte exposition, car il est possible de suivre la structure de la tête presque jusqu'au noyau, tandis que les détails de la queue ne sont que légèrement indiqués. — La forme ondulée de la partie, qui est éloignée d'un degré environ, du noyau, est bien intéressante. C'est surtout le premier courant sous l'angle de position $p = 263^{\circ}$ ayant à peu près 1,5^o de longueur qui est remarquable. Le courant central de la queue formé de deux courants latéraux se réunissant à une distance de 0,6^o à peu près du noyau reste visiblement double et courbé sur une longueur de 1,5^o à 3^o. On peut le suivre jusqu'à 10^o à peu près sous l'angle $p = 264^{\circ}$. A la distance de 5^o environ du noyau un courant diffus se sépare de celui-ci sous l'angle $p = 270^{\circ}$, de même qu'un autre courant faible sous le même angle à la distance de 2,5^o du noyau. Un jet court sort de la tête à peu près sous l'angle $p = 272^{\circ}$; il est bifurqué et se prolonge presque à une distance de 2^o.

Cliché No. 308. — Exposé le 14 août 1907 de 12^h 57^m à 14^h 0^m t. de Greenw. La queue ayant 10^o de longueur atteint le bord de la plaque et est formée d'un faisceau de courants groupés radialement. Ceux qu'on remarque sur la plaque ont les angles de position p (équinoxe 1855) et les longueurs l suivantes: 1. $p = 256^{\circ}$, $l = 2^{\circ}$; 2. $p = 258^{\circ}$, $l = 2^{\circ}$; 3. $p = 265,5^{\circ}$, $l = 10^{\circ}$; 4. $p = 266,8^{\circ}$, $l = 10^{\circ}$. Ce courant se confond avec le courant précédent à la distance de 4 à 6^o du noyau pour s'en séparer de nouveau plus distinctement à une plus grande distance. 5. Ce courant se sépare du précédent à la distance de 2^o à peu près du noyau où il abandonne sa direction pour s'étendre sous un angle $p = 269,8^{\circ}$ jusqu'à la distance de 10^o. 6. A la distance de 1^o du noyau il se sépare du courant (4), parcourt seul 1^o environ puis se confond avec le courant (5). 7. $p = 273,3^{\circ}$, $l = 2,5^{\circ}$. Jet court $p = 275^{\circ}$ ayant à peu près 0,7^o de longueur.

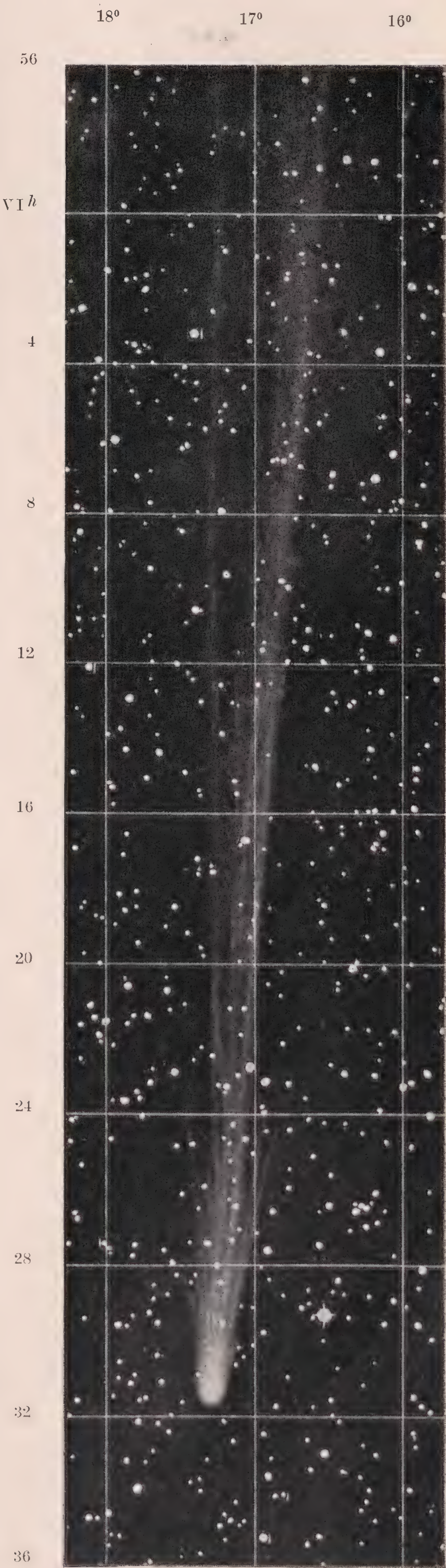
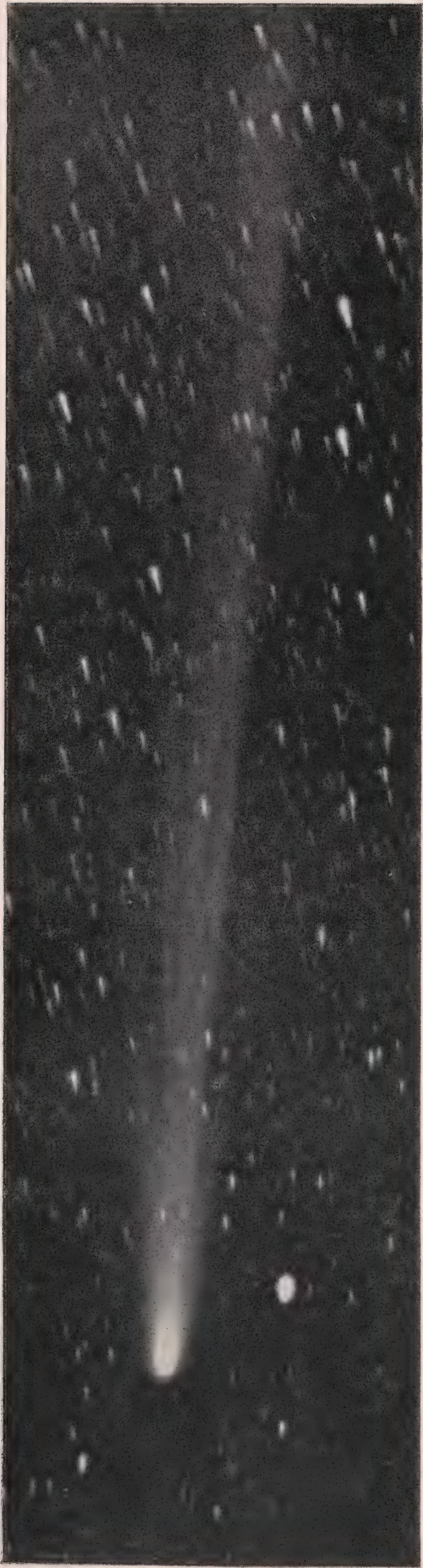
En comparant ces deux images on remarque un changement relativement grand dans la structure de la queue durant les 24 heures qui séparent les deux expositions. On trouve dans le Bulletin de l'Observatoire de Lick No. 126 du 23 Octobre 1907 un article accompagné d'une série de reproductions des photographies de la même comète. Les clichés No. 43, 44 et 45 du 12 août et 46, 47, 48 du 13 août ont été exposés à peu près quinze heures plus tôt que nos clichés No. 307 et 308, de sorte que ceux-ci complètent la série des photographies de l'Observatoire de Lick. Cependant, même en ce cas, il est bien difficile d'identifier les détails correspondants. La largeur extraordinaire de la tête y est bien frappante; nous l'attribuons d'une part à la transparence de l'atmosphère qui transmet la lumière la plus délicate qui s'étend à une distance plus grande autour du noyau, d'autre part aux multiples transferts et renforcements de l'image nécessaires à la reproduction.

Orig. 307.



Comète 1907 d (Daniel) — Temps d'exposition 1907 août 13. 14^h 50^m — 15^h 5^m t. Gr.

Orig. 308.



Comète 1907 d (Daniel) — Temps d'exposition 1907 août 14. 13^h 57^m -- 15^h 0^m t. Gr.

Il est aisé de comprendre que ce serait un avantage d'organiser les travaux de divers observatoires de telle sorte qu'on emploierait, en pareil cas, les mêmes instruments et que l'on travaillerait d'après les mêmes règles: les images ainsi obtenues formeraient une série à peu près continue et l'on suivrait plus aisément les changements progressifs.

Les détails les plus rapprochés du noyau, où les changements sont probablement les plus rapides perdent leur netteté par de longues expositions comme le prouvent nos deux images de la comète Dàniel dont le No. 308 a été exposé quatre fois plus longtemps que le No. 307. Dans cette image on peut suivre les deux courants presque jusqu'au noyau tandis que dans le No. 308 ils se perdent dans l'image surexposée de la tête. Dans ce cas il serait avantageux de faire des expositions fréquentes et bien courtes à l'aide d'instruments très lumineux.

Première Etude sur les anomalies de réfraction.

(II Rapport de l'Observatoire astronomique des frères Josef & Jan Frič
„Žalov“ près d'Ondřejov en Bohême.)

Par

Fr. Nušl et Josef Jan Frič.

Présenté le 27 juin 1908.

En analysant les longues séries d'observations faites avec l'appareil circumzénithal nous avons trouvé que l'erreur moyenne *d'un seul passage complet* est généralement bien plus petite que l'erreur moyenne *de la détermination de l'heure* résultant de ce passage. C'est ce que nous avons déjà dit dans notre Première Etude de l'année 1903 (page 44) et constaté de nouveau dans la Deuxième Etude de l'année 1906 (page 39).

Voici comment nous avons alors essayé à expliquer la cause de cette discordance: „Le mouvement de l'atmosphère effectue incessamment de petites anomalies de réfraction qui ne durent que des fractions de seconde et qui oscillent auprès d'une certaine position d'équilibre. Nous soupçonnons que cette position est influencée par des perturbations de plus longue durée ce qui expliquerait tout simplement la discordance mentionnée.“

Nous en avons conclu que la constatation de ce fait et l'étude éventuelle des lois de ces anomalies sont d'une importance décisive non seulement pour nos propres travaux mais, en général, pour toutes les observations visuelles et, nous nous sommes décidés à traiter ce thème avec attention.

Les observations visuelles ne conviennent pas à une étude continue des anomalies de réfraction. Nous avons alors songé à la photographie qui pouvait y rendre de bons services.

Il s'agissait d'abord de constater si la méthode photographique et l'arrangement de l'appareil projeté satisferait à nos besoins. Nous l'avons expérimenté pour la première fois au commencement de septembre 1907 à notre Observatoire et nous donnons plus loin le rapport sur les résultats obtenus.

Il est bien facile de constater l'agitation de l'image des étoiles par n'importe quel objectif photographique ou par un miroir de longueur

focale plus grande. Il suffit d'exposer au foyer une plaque photographique (voir par ex. *Popular Astronomy* Vol. XIV No. 8 Octobre 1906). Par le mouvement diurne l'étoile trace un fin trait qui, observé attentivement sous un grossissement modéré, montrera des ondulations fines et rapprochées. Mais, au moment, où nous voulons savoir quelle est la grandeur de ces déviations, nous nous heurtons à certains obstacles augmentés encore selon la durée de l'expérience.

Il nous manque une ligne fixe pouvant servir de point de repère pour la ligne ondulée tracée par l'étoile sur la plaque photographique. Il n'est pas possible que se soit une ligne fixe par rapport à l'instrument ou à la plaque photographique puisque un choc accidentel ou un changement causé par l'élasticité résiduelle dans n'importe quelle partie de l'instrument ou encore la variation de la température peuvent produire des ondulations semblables à celles que produisent les anomalies de réfraction elles-mêmes.

Mais nous résoudrons la question dès que nous réussirons à photographier simultanément et sur la même plaque deux images de la même étoile l'une directe et l'autre réfléchie d'un plan déterminé et immuable, incliné à l'horizon sous un angle quelconque. Nous avons utilisé le niveau du mercure qui donne un plan naturel absolument horizontal et qui, s'il se trouve à l'abri, est si calme que les images formées par les rayons réfléchis sur lui supportent même de forts grossissements. Nous nous sommes décidés à employer des miroirs croisés (comme dans le circumzénithal) montés sur un support de fonte, d'une seule pièce, en supprimant tout mécanisme de correction qui effectue de lents changements sous l'influence de la variation de la température, à cause de la tension inégale de ses diverses parties (Deuxième Etude sur l'appareil circumzénithal pages 24—29). Dans nos expériences nous avons croisé les deux miroirs sous un angle permettant d'utiliser l'image lumineuse de la Polaire à l'époque de sa culmination supérieure. Son mouvement lent a fort bien convenu à nos premiers essais.

Une des conditions de réussite a été l'augmentation de la luminosité et l'agrandissement des dimensions de l'appareil. Les miroirs plans les plus grands qui aient été à notre disposition avaient 60 *mm* de largeur sur 120 *mm* de longueur.

La maison *C. Zeiss à Jéna*, a mis gracieusement à notre disposition un grand objectif photographique ayant 240 *mm* de diamètre et six mètres de longueur focale. Nous sommes heureux de pouvoir exprimer ici nos sentiments de bien vive reconnaissance.

Le bain de mercure avait 300 *mm* de diamètre. Le support à miroirs fut placé sur le fondement fait antérieurement pour un grand diazénithal d'essai.

La fig. 1. Table I. démontre la position du bain de mercure (1) et au-dessus de lui, celle des miroirs (2) d'où venaient les rayons réfléchis directement et ceux réfléchis par le niveau du mercure, pour passer l'ob-

jectif (3) monté sur un pilier. L'objectif et les miroirs ont été orientés de façon à ce que l'axe optique ait une position horizontale se trouvant dans la méridienne; le foyer se trouvait au nord.

L'aspect de l'arrangement total pendant le travail est représenté par la fig. 2 Tab. I. Le bain de mercure et les miroirs étaient protégés par un couvercle en fer blanc, (4) qui laissait passer les rayons incidents par une seule ouverture. Un tuyau réunissait ce couvercle et l'objectif. A six mètres de celui-ci, un cadre vertical mobile (5) portant la plaque photographique était placé dans le plan focal. Auprès de la plaque se trouvait une horloge secondaire d'après laquelle la durée des expositions a été dirigée.

C'est ainsi que nous avons réussi à superposer les deux images de la Polaire pendant la durée de sa culmination supérieure. Une de ces images est formée par les rayons qui tombent directement sur l'un des deux miroirs. Puis, l'autre est formée par les rayons qui, après avoir subi une réflexion antérieure sur le niveau du mercure tombent alors sur l'autre miroir. Les deux images avanceront dans la même direction à cause du mouvement diurne du ciel et elles traceront deux lignes sur la plaque photographique, dont la distance changera seulement avec la hauteur de l'étoile au-dessus de l'horizon. Cette hauteur changeant le moins auprès du méridien, la position de l'axe optique dans cette direction est alors la plus avantageuse.

Examinons maintenant quel caractère aura l'ondulation des lignes produite par un choc quelconque ou par un mouvement de l'appareil puis, quelle influence aura sur elle un changement de hauteur causé par une anomalie de réfraction.

Dans le premier cas les ondulations se formeront dans le *même sens*; en cet endroit leur distance ne changera pas. Mais, dans le deuxième cas, une onde vient se former en *sens contraire* parce que les deux images s'approchent ou s'éloignent, avec le changement apparent de la hauteur de l'étoile; quand l'image directe se meut dans un certain sens, l'autre (réfléchi par le niveau du mercure) se meut dans le sens opposé.

Il y a cependant deux changements à l'appareil qui pourraient avoir la même influence que le changement de hauteur — soit le changement de l'angle des miroirs, soit le changement de leur azimut — mais les mouvements de ce genre sont tout-à-fait invraisemblables. Dans le cas où le support est coulé d'une seule pièce la variation de température n'a aucune influence sur l'angle des miroirs; nous avons constaté cela par des observations faites en 1906 avec l'appareil circumzénithal. Et les changements subits dans l'azimut sont exclus à cause de la position très stable du support.

Le changement symétrique de la distance entre l'image directe de l'étoile et celle réfléchi par le niveau du mercure, indiquera alors le changement de sa hauteur. Et, puisque nous pouvons mesurer cette distance nous pourrions déterminer la vraie grandeur des anomalies de réfraction.

On reliera les mesures des points correspondants à n'importe quelle ligne passant par l'espace qui sépare les deux traits. La somme des deux longueurs sera égale à une certaine valeur. Une onde parallèle produite par un dérangement de l'appareil n'influence nullement cette valeur. Au contraire, chaque ondulation opposée, produite par une anomalie de réfraction, se manifeste en ce que la somme des distances différera de cette

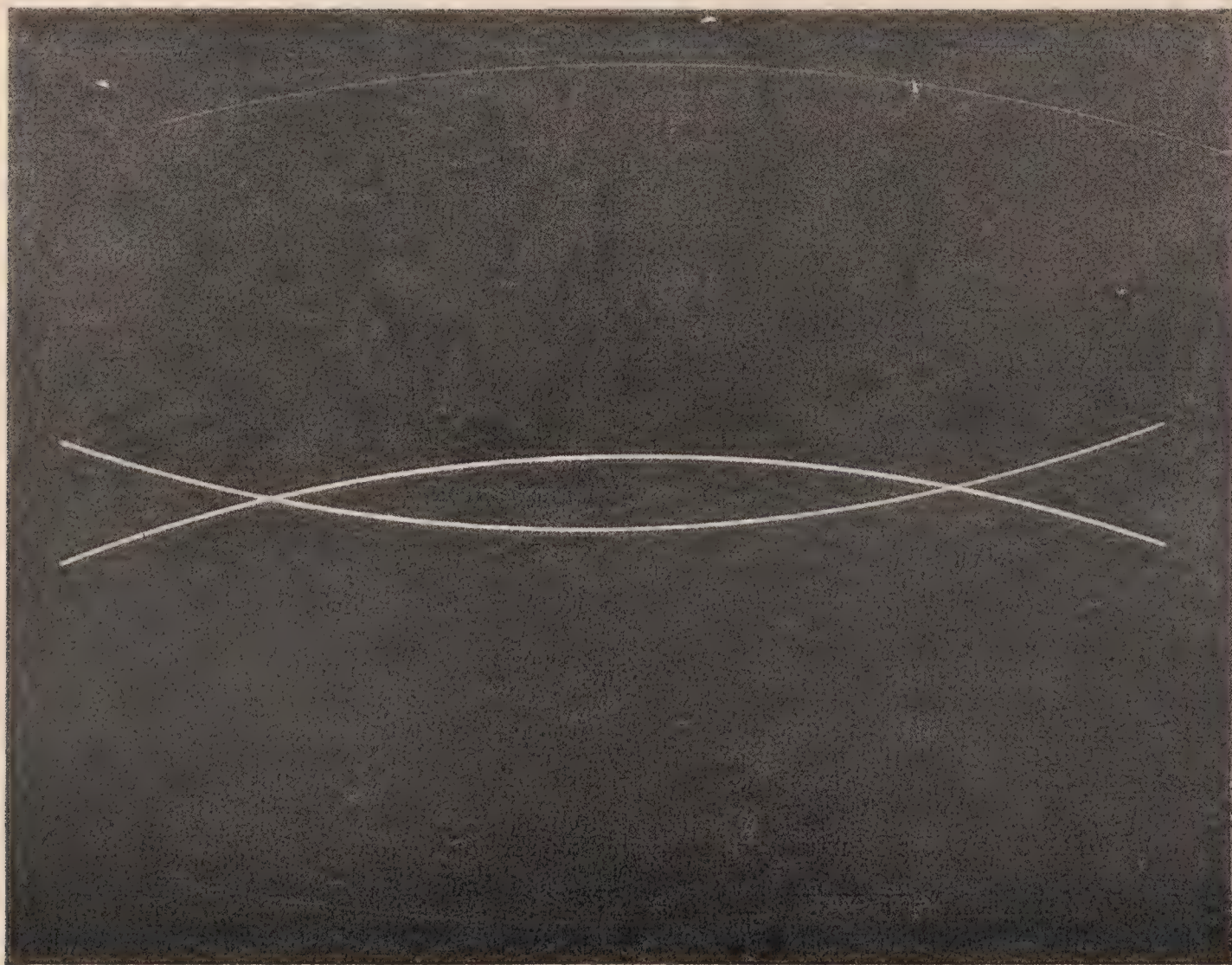


Fig. 3.

valeur et cela soit dans le sens positif ou négatif, suivant que l'étoile sera plus proche ou plus éloignée du zénith, à cause du changement de la réfraction.

L'exactitude des mesures ayant exigé que les images soient aussi rapprochées que possible de l'axe optique, nous avons croisé les miroirs de telle façon que les courbes décrites par les deux images de la Polaire s'intersectent auprès de cette ligne. La figure 3. représente la partie qui a servie à nos mesures. Cette figure est reproduite d'un cliché exposé le 12 Septembre 1907 pendant 2^h 39^m. La Polaire a culminé à 1^h 26^m 30^s temps sid.; la plaque a été exposée depuis 0^h 7^m jusqu'à 2^h 46^m. La longueur totale des arcs tracés est de 84,5 *mm*; la trace parallèle plus faible se trouvant à la distance de 30 *mm* à peu près de l'arc de la Polaire appartient à l'étoile B. D. 88° 4 (gr. 6,6). On peut remarquer encore sur le cliché original des traces très faibles appartenant aux étoiles: B. D. 88° 2 (gr. 8,6) et B. D. 88° 9 (gr. 8,2).

Une ondulation fine est déjà visible sur ces lignes fortes, mais on ne peut pourtant pas les utiliser pour les mesures parce que l'image ne se déplace que d'un dixième de millimètre pendant 20 secondes, tan-

dis que nous voulions étudier les ondulations de l'image, dans des intervalles de temps quelque centaines de fois moindres. Le déplacement de l'image, occasionné par le mouvement diurne du ciel, est alors trop lent et la ligne tracée sur la plaque photographique immobile trop courte pour l'utiliser pour des mesures de ce genre.

Voilà ce que nous avons fait. La plaque photographique a été placée sur un chariot mobile entraîné dans le sens transversal par un mécanisme d'horlogerie, avec une vitesse de 2 *mm* par seconde.

Les deux images de la Polaire (l'une une fois, l'autre doublement réfléchi) ont tracé alors deux lignes parallèles — ou mieux dit, très peu convergeantes — de 120 *mm* de longueur. La Polaire a été assez lumineuse pour laisser encore des traces bien distinctes sur la plaque. Après avoir interrompu l'exposition, nous avons remis le chariot avec la plaque dans sa position primitive, pour répéter la même manipulation. C'est ainsi que deux lignes nouvelles ont été tracées après une certaine pause.

Pendant le temps écoulé entre la première et la deuxième exposition la Polaire a changé de hauteur, les images se sont alors approchées ou éloignées et par des expositions répétées, tout un système de lignes parallèles s'est enregistré sur la plaque au même endroit.

La fig. 4 Tab. II montre une hachure ainsi obtenue. Chaque ligne a été tracée pendant 30 secondes, les intervalles entre les expositions consécutives ont duré 90 secondes. Les points formés par l'exposition de deux secondes, au commencement et à la fin de chaque ligne, représentent alors la marche de la Polaire par intervalles de deux minutes. Ce cliché a été fait le 24 Septembre 1907, en 80 minutes, avant la première intersection des deux arcs.

Il est évident, qu'en continuant les expositions de la même manière, les lignes seraient superposées. C'est pourquoi dans le temps qui précède et suit la culmination de la Polaire, où se dessinent deux arcs s'intersectant sur la plaque immobile (voir fig. 3) nous avons divisé l'exposition en quatre phases, soit:

- 1^o avant le premier point d'intersection.
- 2^o entre ce point et la culmination.
- 3^o entre la culmination et le deuxième point d'intersection.
- 4^o après le deuxième point d'intersection.

Plus l'étoile s'approche du point de sa culmination, plus le changement de sa hauteur est petit, plus les hachures seront rapprochées. Les intervalles entre les expositions devraient alors être plus longs pour que les hachures restent distinctes. Une partie des arcs de la troisième phase (c'est à dire entre la culmination et la deuxième intersection) est reproduite par la fig. 5 Tab. II. Ce cliché a été fait le 13 Septembre 1907 de 1^h 29^m à 2^h 45^m t. sid. Chaque exposition a duré une minute, chaque intervalle une demi-minute. On voit que les hachures deviennent indistinctes à cause de leur grand rapprochement de sorte qu'il n'est point possible de les

mesurer. Cependant, nous ne voulions pas prolonger les intervalles entre les expositions, afin d'obtenir autant de matière d'étude que possible en peu de temps.

Voulant enregistrer distinctement toutes les lignes, nous avons continué de la manière suivante: Après avoir fini l'exposition de la première ligne, nous avons haussé la plaque de 15 *mm*. Nous l'avons répété encore deux fois pour la remettre alors dans sa position primitive. L'exposition ayant duré une minute et l'intervalle une demi-minute, nous avons recommencé les expositions six minutes après, dans la position primitive de la plaque, quand les images étaient déjà assez éloignées de la première trace. Le commencement des quatre hachures ainsi obtenues est représenté par la fig. 6 Tab. II qui est la reproduction d'une partie du cliché du 25 Septembre 1907 entre la culmination et la deuxième intersection, depuis 1^h 27^m à 2^h 12^m t. sid.

Nous avons ainsi obtenu plus que cent paires de lignes, ayant 120 *mm* de longueur, dans le même temps que dura l'exposition de l'image représentée par la fig. 3. obtenue sur la plaque fixe.

L'ondulation des lignes est déjà visible à l'oeil nu sur les clichés originaux. Sous un faible grossissement on aperçoit, non seulement, une ondulation transversale correspondant aux anomalies de réfraction de hauteur; mais encore des interruptions et des condensations produites soit par les anomalies de réfraction azimutales, soit par le mouvement irrégulier de la plaque.

Près du point d'intersection, les lignes tracées par l'image directe et par l'image réfléchie du niveau du mercure, sont tellement rapprochées qu'on peut en saisir plusieurs à la fois dans le champ du microscope. La fig. 7 représente le champ d'un microscope micrométrique avec une partie des lignes ainsi rapprochées et correspondant l'une à l'autre. On remarque dans la plupart de ces lignes une ondulation symétrique par rapport au centre du champ et les ondes de ce genre sont toutes causées par le changement de la réfraction atmosphérique.

Il nous reste encore à mentionner par quelle méthode les clichés ont été mesurés, puis le résultat obtenu par ces mesures.

Ceci a exigé la construction d'un appareil spécial démontré par les figures 8 A et 8 B. La figure A représente l'appareil de profil, la fig. B de face.

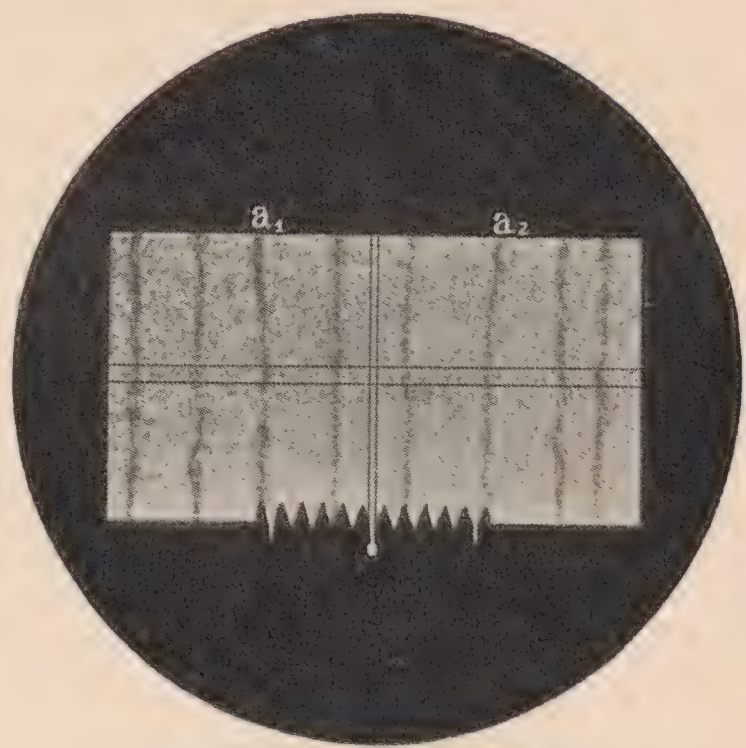


Fig. 7.

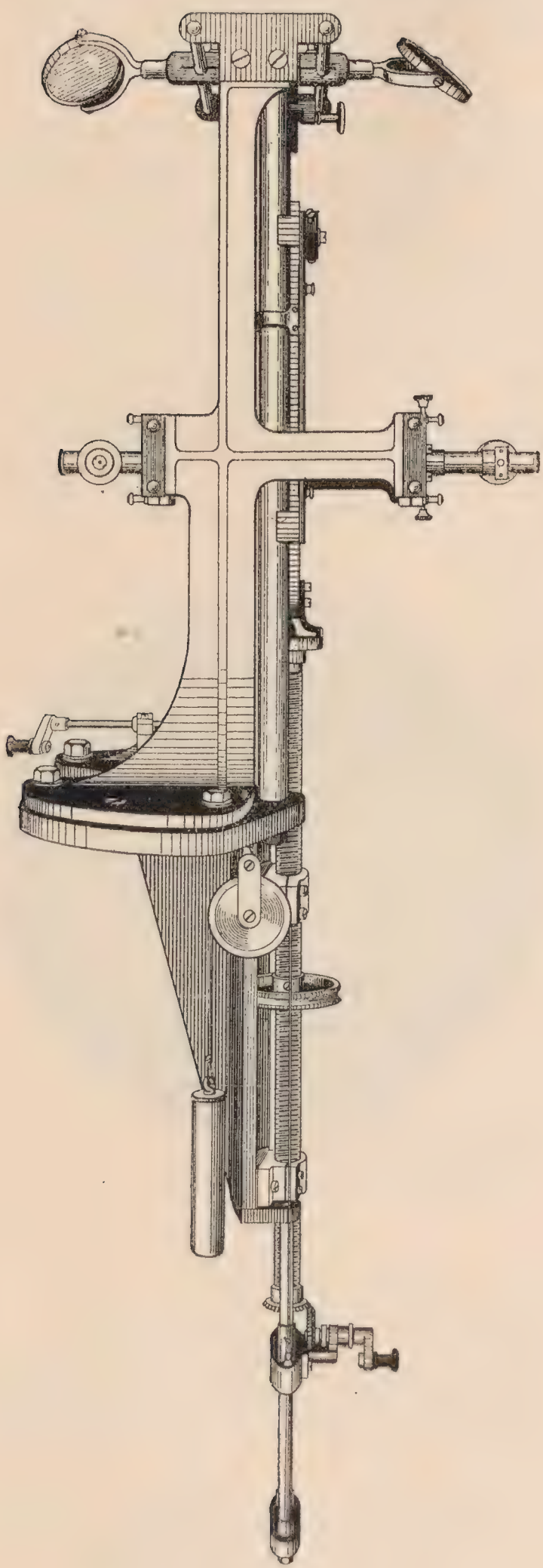


Fig. 8 A.

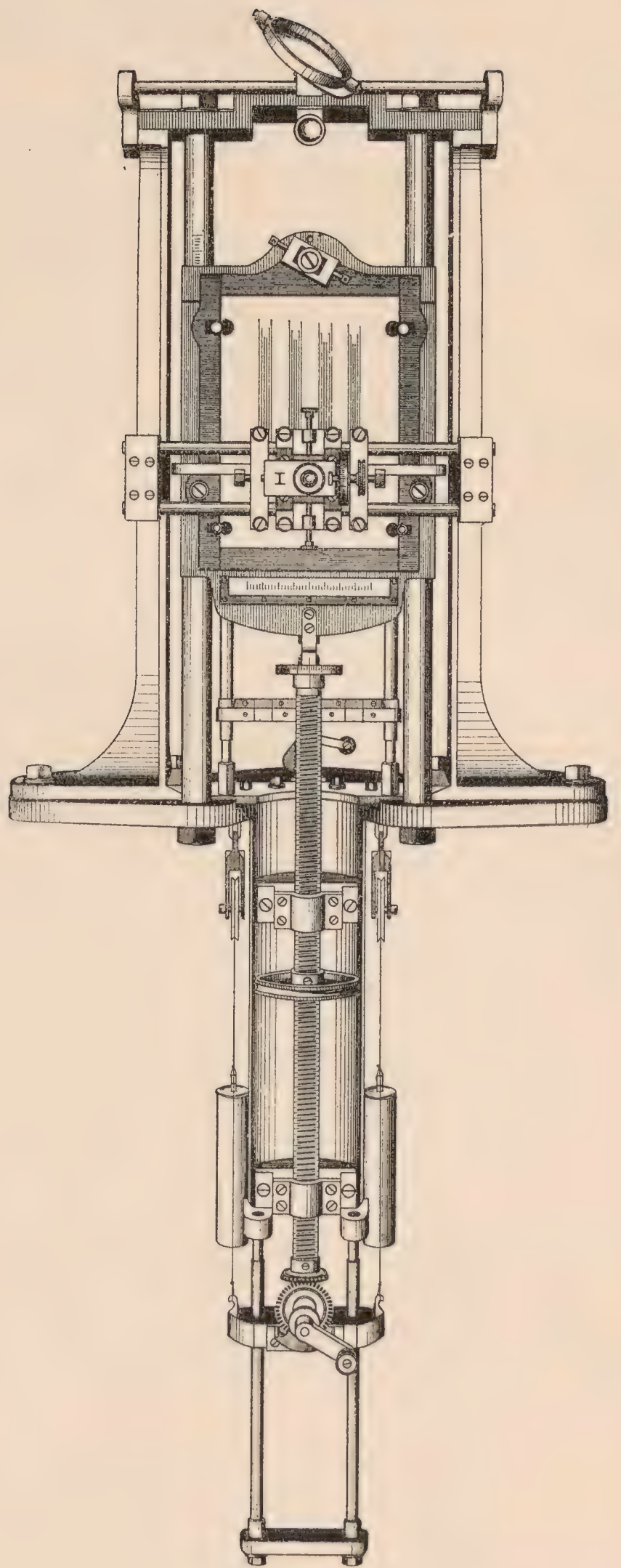


Fig. 8 B.

Le cliché est fixé sur un cadre métallique pourvu des corrections nécessaires. Ce cadre glisse verticalement sur deux tiges parallèles, dont l'une est divisée en millimètres, afin de pouvoir déterminer approximativement la position du cadre. Celui-ci s'appuie sur la pointe d'une longue vis verticale reposant dans deux écrous; son mouvement peut être mesuré avec une précision de $0,01\text{ mm}$ à l'aide d'un tambour divisé. La position du cliché est telle, que les hachures se trouvent dans la direction de la vis; on corrige exactement la parallélité des lignes avec celle du mouvement par

des vis de correction. Le poids du cadre et de la vis est en grande partie compensé par des contrepoids.

De chaque côté du cliché et perpendiculairement à son plan, est fixé un microscope micrométrique glissant sur un guide transversal. L'un d'eux est muni d'un guide vertical court qui doit amener le commencement de la paire des lignes mesurées exactement au centre du champ des deux microscopes. On peut éclairer alternativement le champ de chaque microscope par de la lumière réfléchie par deux miroirs longitudinaux qu'on peut mettre alternativement à la hauteur de chaque microscope, à l'aide de deux excentriques fixés à un axe commun. Sur ces deux miroirs la lumière tombe du haut et y est réfléchie par deux autres miroirs se mouvant transversalement.

La distance absolue des axes optiques de chaque microscope peut être déterminée, selon les besoins, sur une échelle transparente divisée en millimètres, soigneusement mesurée, et fixée transversalement dans le plan de la plaque photographique.

Les mesures ont été exécutées selon deux méthodes. Au commencement, nous avons mesuré, la distance des deux lignes aux points d'intersection des fils au milieu du champ des microscopes, en déplaçant le cliché après chaque mesure dans le sens vertical d'un centième de millimètre. Dans la table suivante, nous donnons un exemple de ces mesures pour la partie d'une paire de lignes, représentée par la fig. 7 et marquée par les lettres a_1 — a_2 .

Indication de la vis en <i>mm</i>	Microscope		Somme	Moyenne calculée	Moyenne observée
	I	II			
110,6	7.55 *)	9.20	17.15	17.19	17.15
110,7	7.52	9.23	17.15		
110,8	8.08	9.20	17.28		
110,9	8.09	9.10	17.19		
111,0	8.07	9.20	17.27		
111,1	8.10	8.58	17.08		
111,2	8.04	9.13	17.17		
111,3	8.04	9.27	17.31		
111,4	7.58	9.29	17.27		
111,5	7.50	9.17	17.07		
111,6	7.56	9.09	17.05	16.07	16.08
111,7	7.41	9.11	16.52		
111,8	7.36	9.04	16.40		
111,9	7.28	8.53	16.21		
112,0	7.12	8.44	15.56		
112,1	7.08	8.27	15.35		
112,2	7.09	8.33	15.42		
112,3	7.07	8.36	15.43		
112,4	7.03	8.20	15.23		
112,5	7.20	8.37	15.57		

*) Le premier chiffre indique le nombre des demi-rotations du tambour du microscope micrométrique; le deuxième chiffre indique les soixantièmes d'une demi-rotation. Au changement de hauteur de l'étoile équivalant à une seconde d'arc correspondent 43 parties du tambour = 0,05 *mm* sur le cliché.

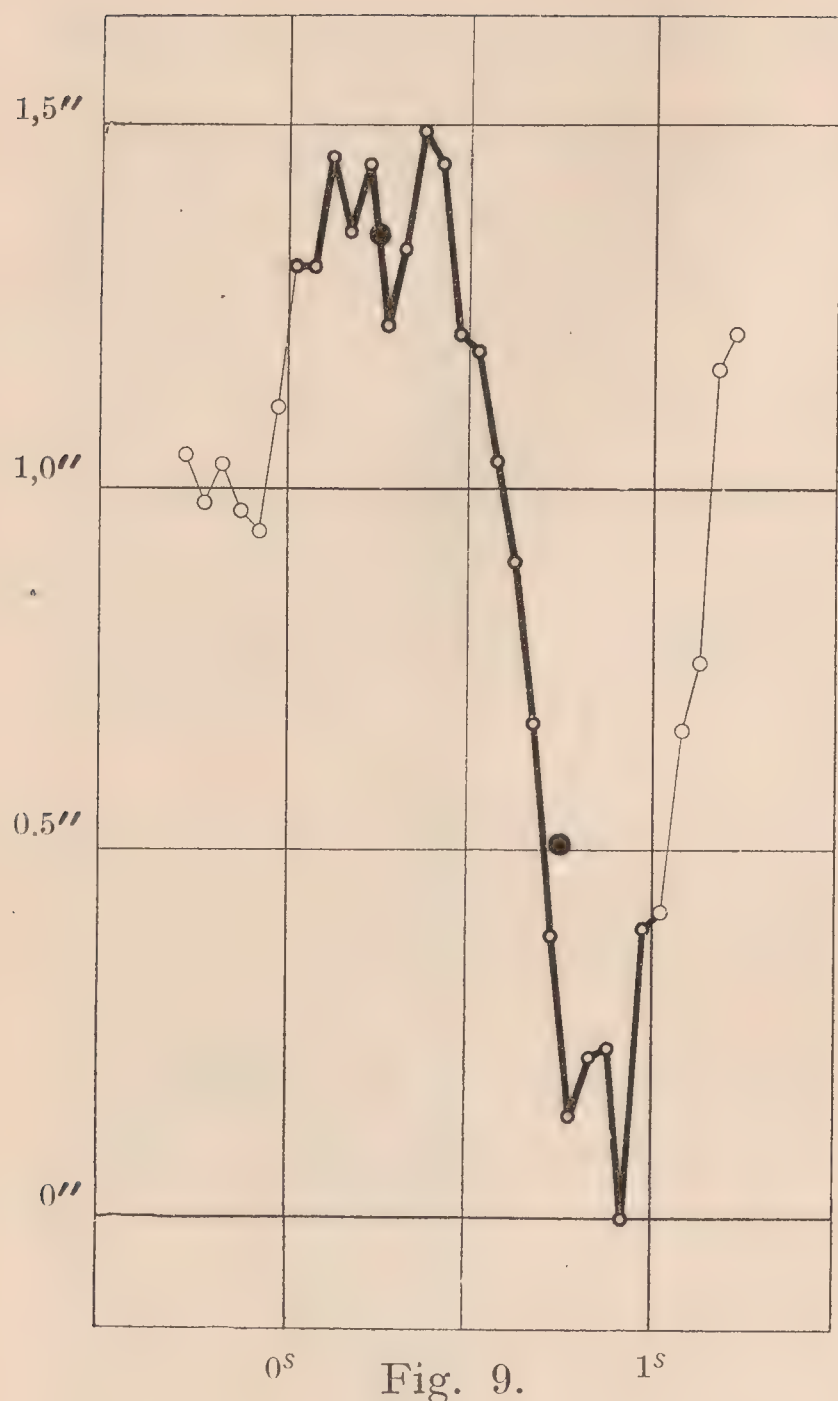


Fig. 9.

Les inscriptions expliquent suffisamment la signification des chiffres. Dans la cinquième colonne se trouvent les résultats du calcul de la distance moyenne des lignes, fait à la base de dix mesures de ce genre. La distance moyenne, prise sur une longueur d'un millimètre, est équivalente à une demi-seconde de temps.

Mais, un pareil travail étant bien pénible, nous avons essayé de mesurer directement ces distances moyennes.

Le champ de chaque microscope a embrassé exactement une longueur de deux millimètres, c'est à dire la longueur qu'a décrit l'image de la Polaire pendant une seconde de temps. En mesurant les lignes nous avons alors avancé d'un millimètre après l'autre ou d'une demi à une demi-seconde. Nous avons pointé les fils sur la moitié supérieure, puis sur la

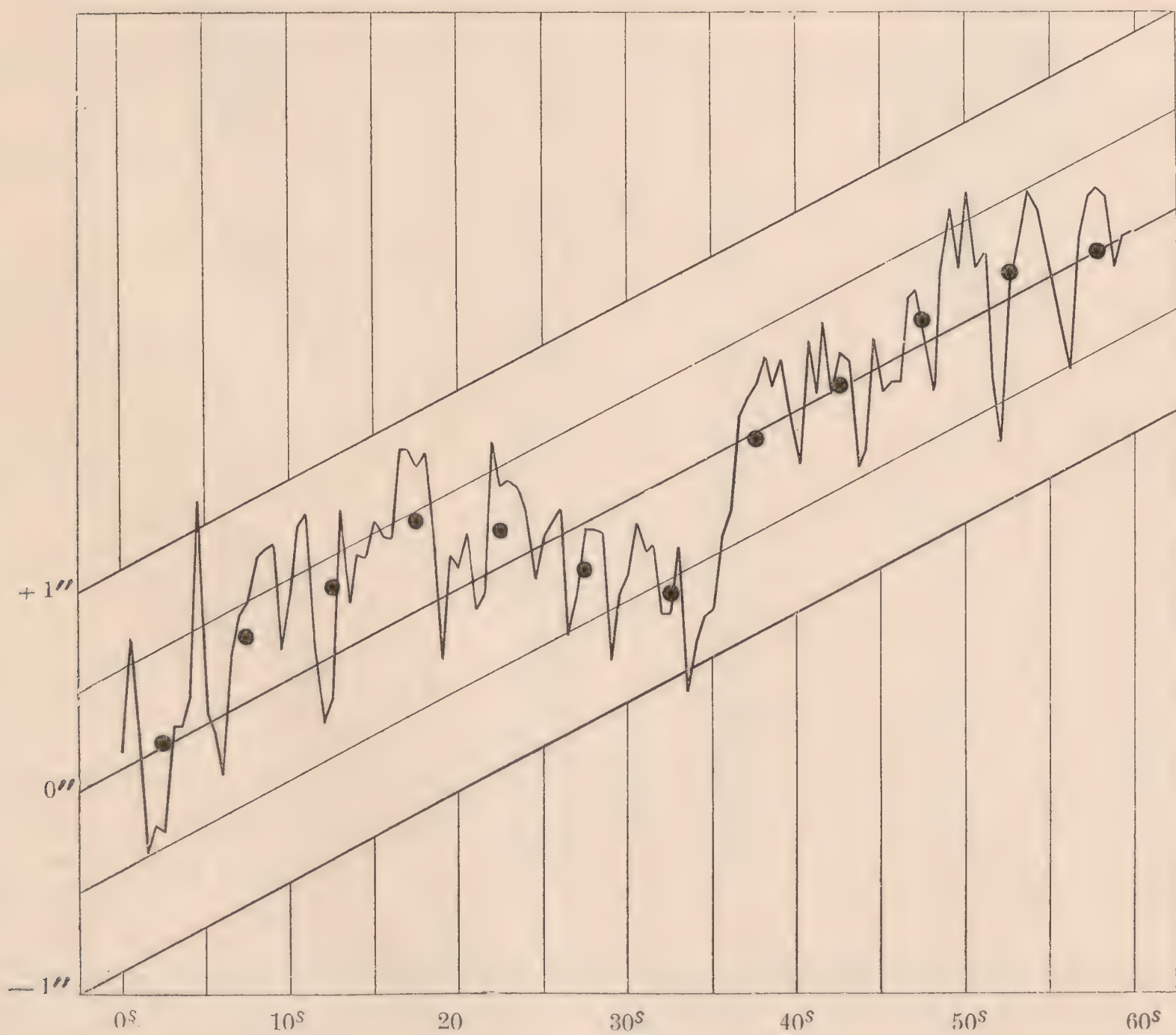


Fig. 10.

moitié inférieure des lignes dans le champ de chaque microscope de sorte que chaque nombre a été contrôlé deux fois; les fils micrométriques ont été approximativement mis dans une position moyenne, afin que les ondes soient partagées à peu près symétriquement par rapport au fil central. Chaque mesure a alors représenté la moyenne pour un intervalle d'une demi-seconde de temps.

Nous nous sommes persuadés à plusieurs reprises, que cette méthode de mesurer la position moyenne, peut être très bien substituée à celle des mesures répétées à petits intervalles. Par exemple, dans le cas cité plus haut, le pointement de la position moyenne approximative des lignes dans la moitié supérieure et inférieure du champ a donné les résultats cités dans la dernière colonne de la table, soit 17,15 et 16,08 ce qui correspond très bien aux moyennes calculées 17,19 et 16,07. Le diagramme 9. représente les nombres de la table citée plus haut réduits à l'échelle angulaire; les points noirs désignent les moyennes par demi-secondes. Il en ressort quel caractère ont les fluctuations de la réfraction atmosphérique pendant *une seule seconde de temps*.

Enfin nous donnons comme exemple, les résultats des mesures d'une seule paire de lignes. Le diagramme 10. représente les changements de réfraction pendant une seule minute mesurés par demi-secondes. Les parallèles verticales indiquent les intervalles de temps de 5 en 5 secondes. La ligne oblique centrale représente la trace théorique, si la réfraction avait une valeur constante. Les lignes tirées parallèlement se trouvent à des distances qui correspondent à cinq dixièmes de seconde d'arc. L'amplitude des ondes, croisant cette direction idéale, atteint même une seconde d'arc. La différence entre le maximum de l'onde supérieure et le minimum de l'onde inférieure dépasse dans notre cas *deux secondes d'arc entières*.

Les points noirs représentent les moyennes calculées de cinq en cinq secondes et leur marche démontre aussi des ondulations irrégulières. Quelquefois le changement est subit, quelquefois la durée de l'onde dépasse 20 secondes. Dans notre cas l'amplitude de cette onde lente se mouvait entre $\pm 0,5''$.

Ainsi le premier essai, de déterminer la valeur des anomalies de réfraction à l'aide de la photographie, a prouvé le fait que nous n'avions fait que soupçonner ailleurs en analysant nos observations avec le circum-zénithal, soit: *Qu'en outre des oscillations subites ne durant qu'une fraction de seconde il existe vraiment des anomalies à période plus longue* qui, vraisemblablement, altèrent les résultats de la détermination du temps des passages par l'observation visuelle.

PLANCHE I.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 4.

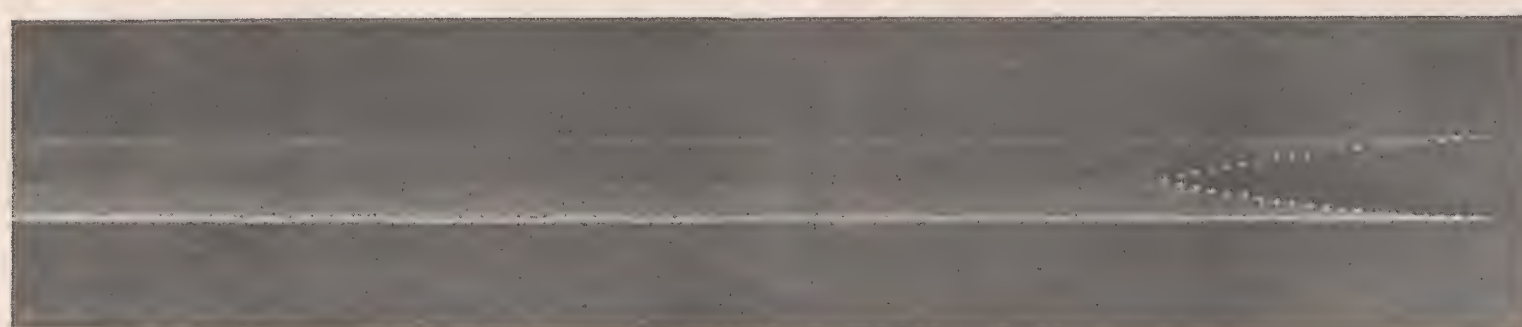


Fig. 5.

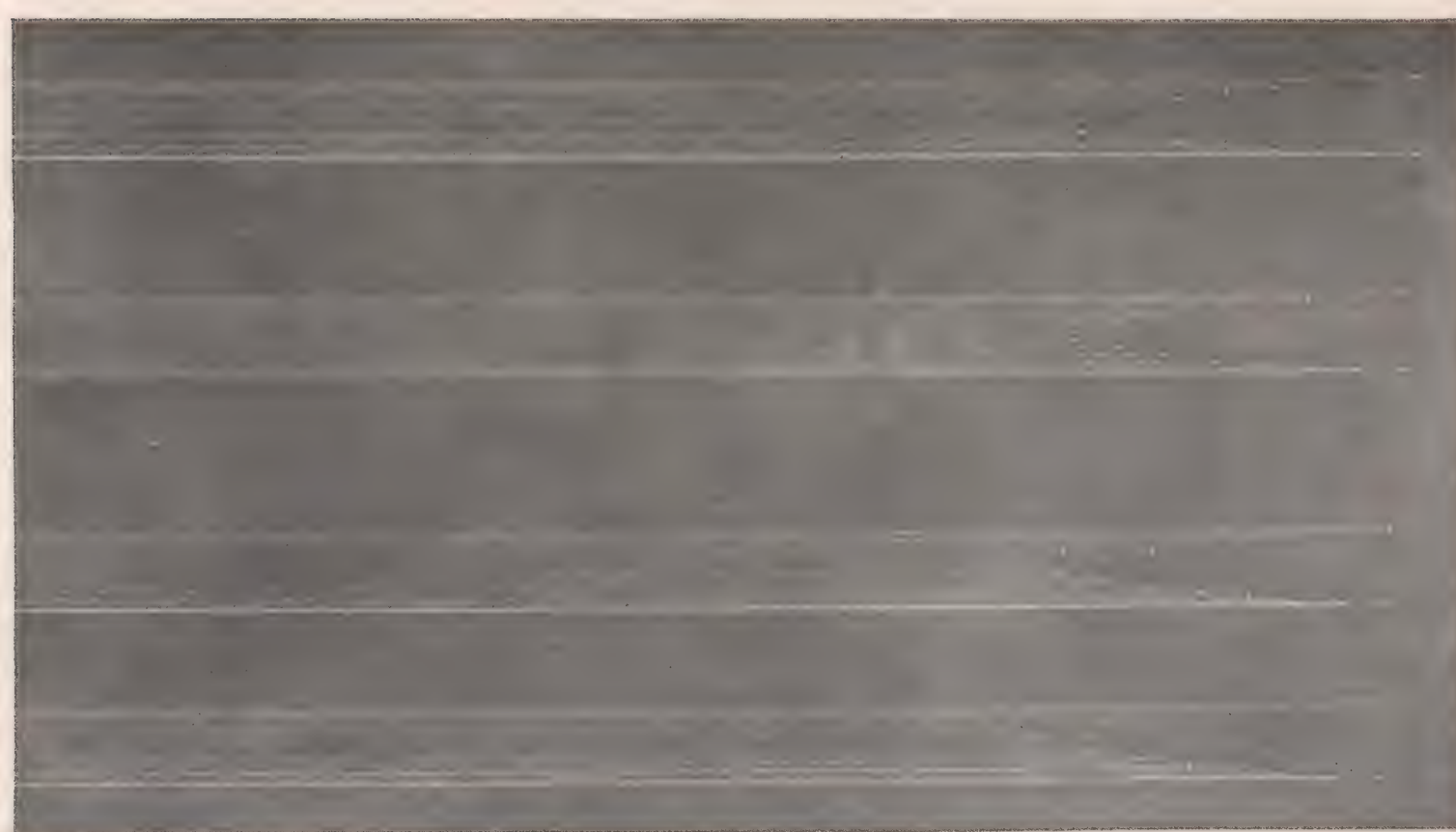
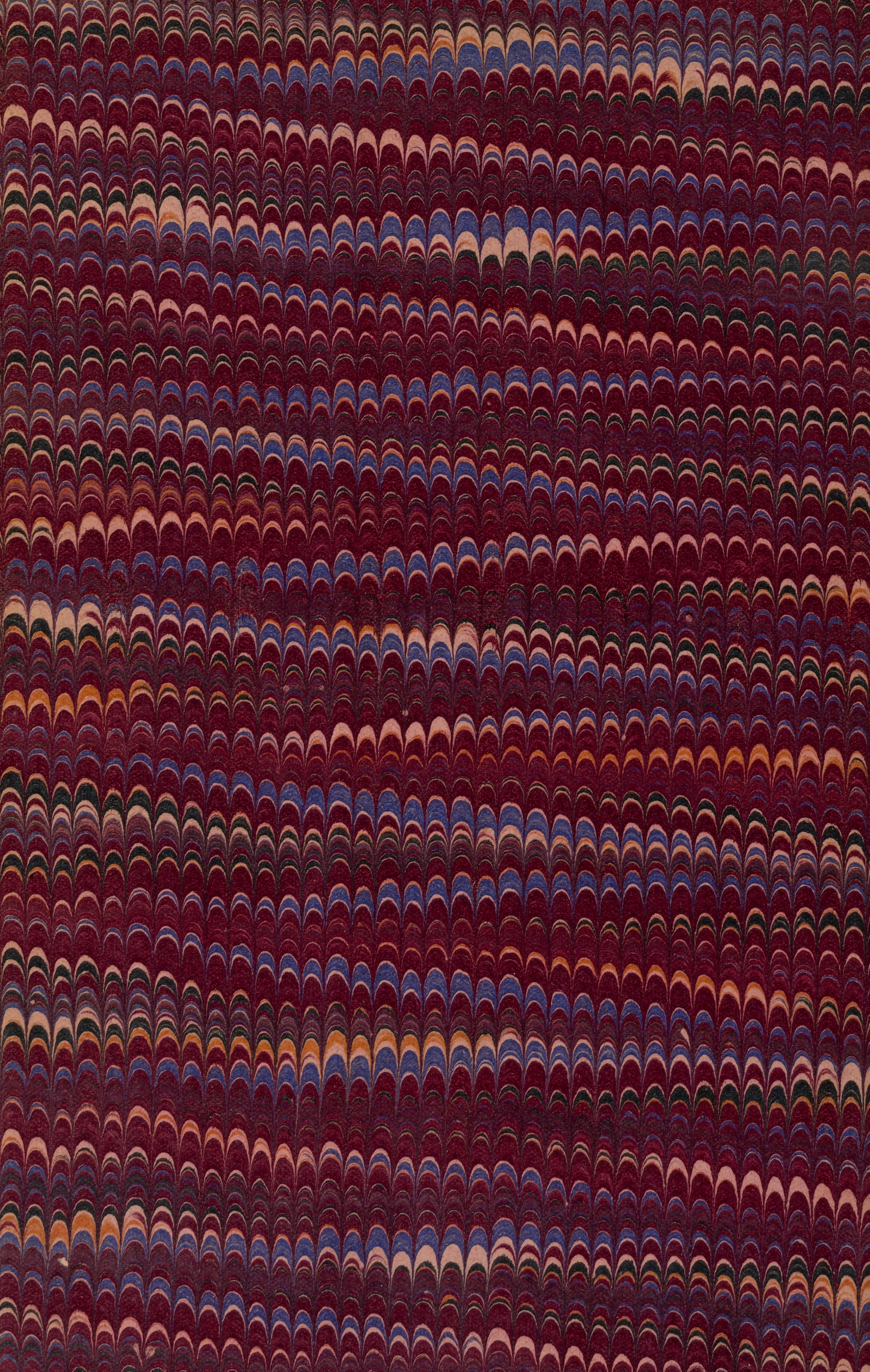
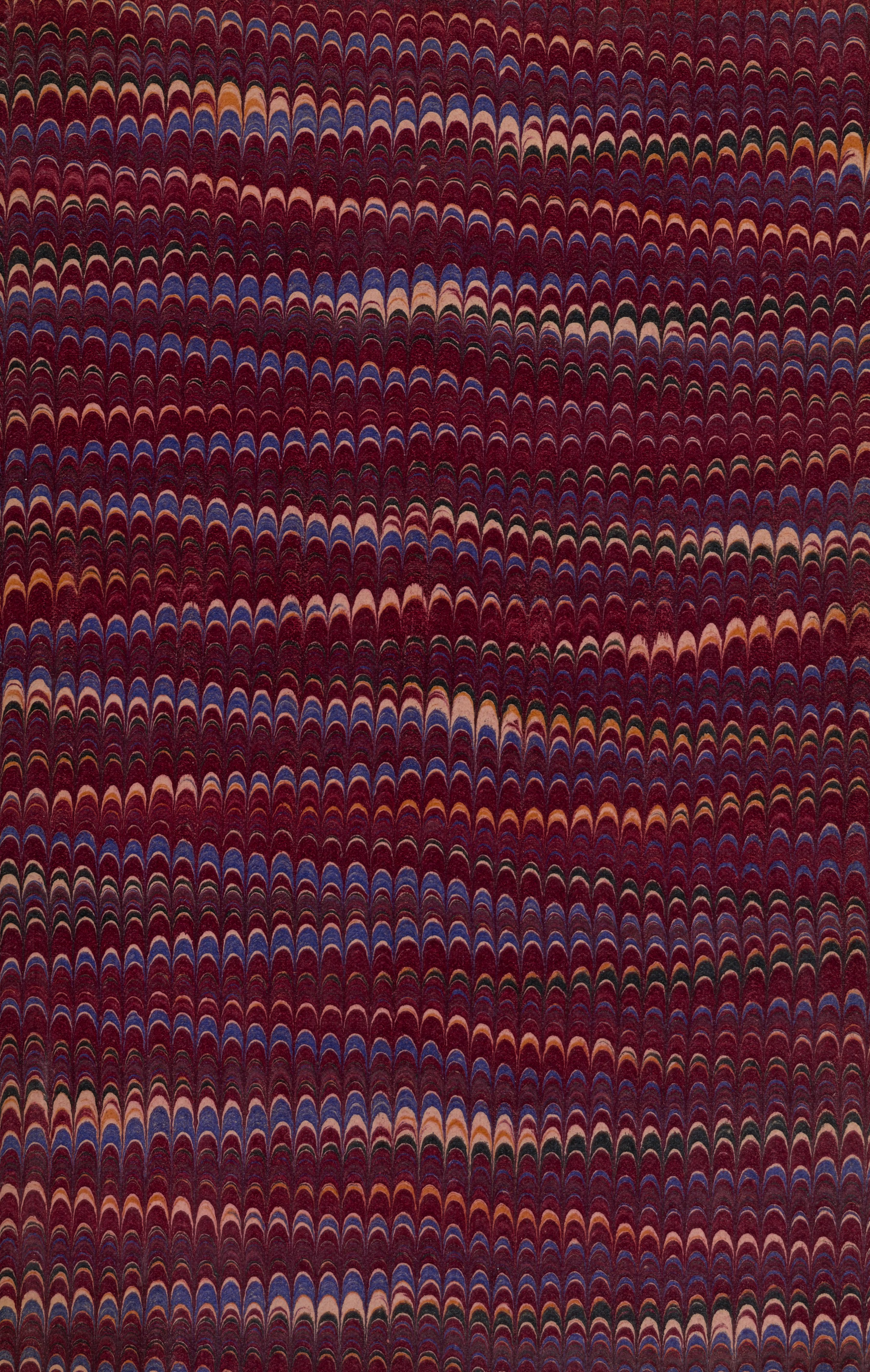


Fig. 6.

ALOIS WIESNER, PRAGUE.





SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01298 3706